ISSN 0337 5587

GP3

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Centre de Recherches Antilles Guyane françaises

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE DOCUMENTATION
1 4 1980
VERSAILLES

AMÉLIORATION des PLANTES
29. AVR. 1989
VERSAILLES

NOUVELLES AGRONOMIQUES DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

trimestriel

1978

Vol.4 N° 2

INRA

NAA-23

ERRATUM

LIRE DANS LE TITRE " LE DEFICIT ALIMENTAIRE" AU LIEU DE "AU DEFICIT ALIMENTAIRE"

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 1978.

S O M M A I R E

page

A. XANDE.

L'ensilage d'herbe, une technique de conservation de l'herbe permettant de pallier au déficit alimentaire des ruminants durant la période du carême.
(Grass silage making, a preservation technics to palliate the food shortage of ruminants during the dry season, "Lent" period).
(Ensilage de foraje, una tecnica de conservacion permitiendo de paliar el deficit alimenticio de los ruminantes durante la estación seca, periodo del "cuaresma")..... 63

F. GEOFFROY, P. DESPOIS.

Intérêt des feuilles et des stipes de bananier comme ressource fourragère. II - Utilisation par l'animal : niveau d'ingestion.
(Interest of banana leaves and stems as forage resource. II : Utilization by animal consumption level).
(Interés de los hojas y estipites de platano como recurso forrajero. II : Utilización por el animal : nivel de ingestión)..... 81

M. CLAIRON.

Pratiques de la culture traditionnelle de l'igname, *Dioscorea alata*, en Grande-Terre (Guadeloupe ; Antilles Françaises).
(Practices of the traditionnal growing of Dioscorea alata in Grande-Terre (Guadeloupe, French West Indies).
(Practicas del cultivo tradicional del Name, Dioscorea alata, en Grande-Terre (Guadeloupe, Antillas Francesas)..... 87

I. EVRARD, G. MARCHOUX.

Etude préliminaire des souches de *Rhizobium* dans les principaux sols de Guadeloupe.
(Preliminary study of Rhizobium species in the principal soils of Guadeloupe (French West Indies).
(Estudio preliminario de los cepas de Rhizobium en los principales suelos de Guadeloupe (Antillas Francesas)..... 99

A. CUANY, A. ANAIS.

Quelques aspects pratiqués des traitements nématicides.
(Some pratical aspects of nematicide applications)
(Algunos aspectos practicos de los tratamientos nematicidos)..... 115

J. MARTINET, P. HOCQUELLET, C. SAINT-FELIX, O. SOBESKY.

Etude des teneurs en éléments métalliques majeurs et mineurs des eaux littorales atlantiques de la Martinique.
(Study of metallic major and trace elements in the atlantic coastal waters of Martinique).
(Estudios de las concentraciones de elementos metalicos mayores y menores en las aguas litorales de Martinica)..... 123

J. MARTINET, C. SAINT FELIX.

Production primaire des eaux littorales atlantiques de la Martinique.
(Primary production of coastal atlantic waters of Martinique).
(Producción primaria de las aguas litorales atlanticas de la Martinique)..... 137

R. BONHOMME, A. KERMARREC, A. ANAIS.

Description d'un compteur d'impulsions à totaliseur simple et économique.
(Description of a simple and cheap impulse counter with totalizer).
(Descripción de un contador de impulsiones con totalizador, simple y barato)... 143

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 63-80, 1978.

L'ENSILAGE D'HERBE, UNE TECHNIQUE DE CONSERVATION DE L'HERBE PERMETTANT DE PALLIER AU DEFICIT ALIMENTAIRE DES RUMINANTS DURANT LA PERIODE DU CAREME

I - ASPECTS THEORIQUE ET PRATIQUE - PARTICULARITE DES FOURRAGES TROPICAUX

A. XANDE (°)

Il est communément admis que la production d'herbe aux Antilles s'étale sur toute l'année et qu'un pâturage annuel peut être pratiqué contrairement à ce qui se passe dans les régions tempérées. Or, depuis plusieurs années le déficit fourrager du carême entraine des problèmes d'alimentation qui ont frôlé la catastrophe en 1977. S'il est vrai que l'herbe pousse tout au long de l'année aux Antilles, durant la période dite sèche, le déficit hydrique joint au ralentissement de la croissance consécutif aux basses températures nocturnes, fait qu'on se situe dans une période de pénurie alimentaire. Plusieurs méthodes ont été proposées et, en particulier, on a fondé de gros espoirs sur les espèces fourragères résistant à la sécheresse et suffisamment productives pour permettre la constitution de réserves sur pied utilisables durant cette période creuse. Ceci reste valable pour des carêmes courts mais s'avère nettement insuffisant pour de longues périodes de sécheresse (6 à 7 mois).

D'autres techniques peuvent être mises en oeuvre : la fenaison, la déshydration, l'ensilage.

La fenaison, classiquement utilisée en pays tempérés, s'avère extrêmement délicate et réalisable seulement dans certaines conditions sous nos climats. La raison essentielle réside en ce que le surplus fourrager stockable ne peut se constituer normalement, c'est à dire en l'absence d'irrigation, qu'en saison humide. En outre, en admettant que les conditions climatiques permettent la réalisation de ce foin, resterait à réaliser le stockage dans des conditions d'humidité éliminant le développement des moisissures.

La déshydratation nécessite la mise en oeuvre de chantiers qui ne peuvent être rentabilisée qu'à l'échelle industrielle ou coopérative à la condition de disposer de source d'énergie pas trop onéreuse.

Reste l'ensilage qui présente bien des inconvénients sur lesquels nous reviendrons mais à l'immense avantage de pouvoir se réaliser indépendamment des conditions météorologiques et de pouvoir être conçu à l'échelle de petits et moyens élevages, et ceci d'autant plus que les fourrages tropicaux offrent de bonnes possibilités d'intensification fourragère.

A - *QU'EST-CE QUE L'ENSILAGE ?*

C'est un processus de fermentation anaérobie visant à conserver les fourrages verts ou d'autres aliments à l'état humide avec le minimum de pertes de matières sèche et de valeur nutritive et sans formation de produits de fermentation dangereux pour la santé des animaux. Pour cela il faut que les micro-organismes préexistant sur

.../...

(°) Station de Recherches Zootechniques - I.N.R.A. - Antilles-Guyane, Domaine Duclos - 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

la plante, en particulier les bactéries lactiques, puissent former très rapidement, au détriment des sucres contenus dans la plante, une quantité d'acide lactique entrainant une stérilisation du fourrage permettant une conservation prolongée sous un état stable.

Il faut savoir que la masse de matière verte est constituée par des végétaux qui continuent à vivre après leur coupe et, donc, à respirer un certain temps. Elle est immédiatement attaquée par des microorganismes variés et très rapidement s'installent des fermentations complexes. Parmi celles-ci certaines sont utiles (les fermentations lactiques), les autres non souhaitables (fermentations putrides et butyriques). Ces dernières sont responsables de la dégradation de la matière verte qui la rend inconsommable. Les microorganismes jouent donc un rôle capital dans la fabrication de l'ensilage.

Théorie de l'ensilage

On distingue deux phases dans les processus intervenant au cours de l'ensilage.

Lorsque le fourrage est introduit dans le silo, la plante est encore vivante et respire aussi longtemps qu'il y a de l'air emprisonné dans le silo. Il y a donc production de chaleur.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 673\ Kcal$$

sucres + oxygène ⟶ gaz carbonique + eau + chaleur

Cette respiration entraine une perte de matière sèche mais surtout une diminution de la quantité de sucres qui sera nécessaire au développement microbien ultérieur. En outre, l'augmentation de chaleur accélère la respiration qui s'amplifie s'il y a arrivée d'air dans le silo, d'où la nécessité de l'étanchéité du silo. Si cette condition est remplie, l'utilisation du volume d'air emprisonné dans le silo ne permet qu'une augmentation de 1 à 2°C. Un bon tassement de l'herbe dans le silo a pour but non pas de chasser la plus grande quantité de l'air emprisonné dans le silo, mais d'empêcher son renouvellement. Ce tassement sera d'autant plus efficace que le fourrage aura été plus finement haché. Il convient donc de tasser notamment lorsque le fourrage est riche en matière sèche mais surtout de remplir rapidement et d'assurer l'étanchéité du silo par un film plastique.

Dès que le fourrage est coupé, les enzymes de la plante agissent sur les glucides solubles et les protéines.

Les glucides solubles sont hydrolysés rapidement et complètement en glucose et fructose qui constituent les principales sources d'énergie des microorganismes.

Une partie des constituants azotés est transformée plus lentement en acides aminés. Cette protéolyse ne s'arrête que lorsque le pH est descendu en-dessous de 4,0.

La respiration entraine une production importante de CO_2 qui tue la plante. La mort des cellules entraine la libération du suc cellulaire par plasmolyse, ce qui permet un développement important des milliers de micro-organismes qui séjournent sur tout fourrage vert.

La deuxième phase est alors amorcée avec l'acidification de l'ensilage.

Dans les premières heures qui suivent la mise en silo, ce sont des bactéries qui ont besoin d'oxygène qui se développent. Si le silo est rapidement fermé,

elles disparaissent par manque d'oxygène et n'ont pratiquement aucune influence sur la conservation.

En même temps que les bactéries aérobies strictes, commencent à se développer d'autres microorganismes qui peuvent continuer à vivre en l'absence d'oxygène. Il s'agit des bactéries coliformes non sporulées (Gram +) qui transforment les sucres de la plante en acide acétique surtout, mais aussi en alcool, en acide lactique et en gaz carbonique. Elles provoquent une certaine acidification du milieu mais leur action est limitée et elles cessent de vivre dès que le pH du milieu tombe en-dessous de 4,5.

Les bactéries lactiques sont des microorganismes non sporulés (Gram -) qui ont des exigences très précises :

- absence d'oxygène (anaérobie strictes)
- présence de sucres solubles rapidement disponibles.

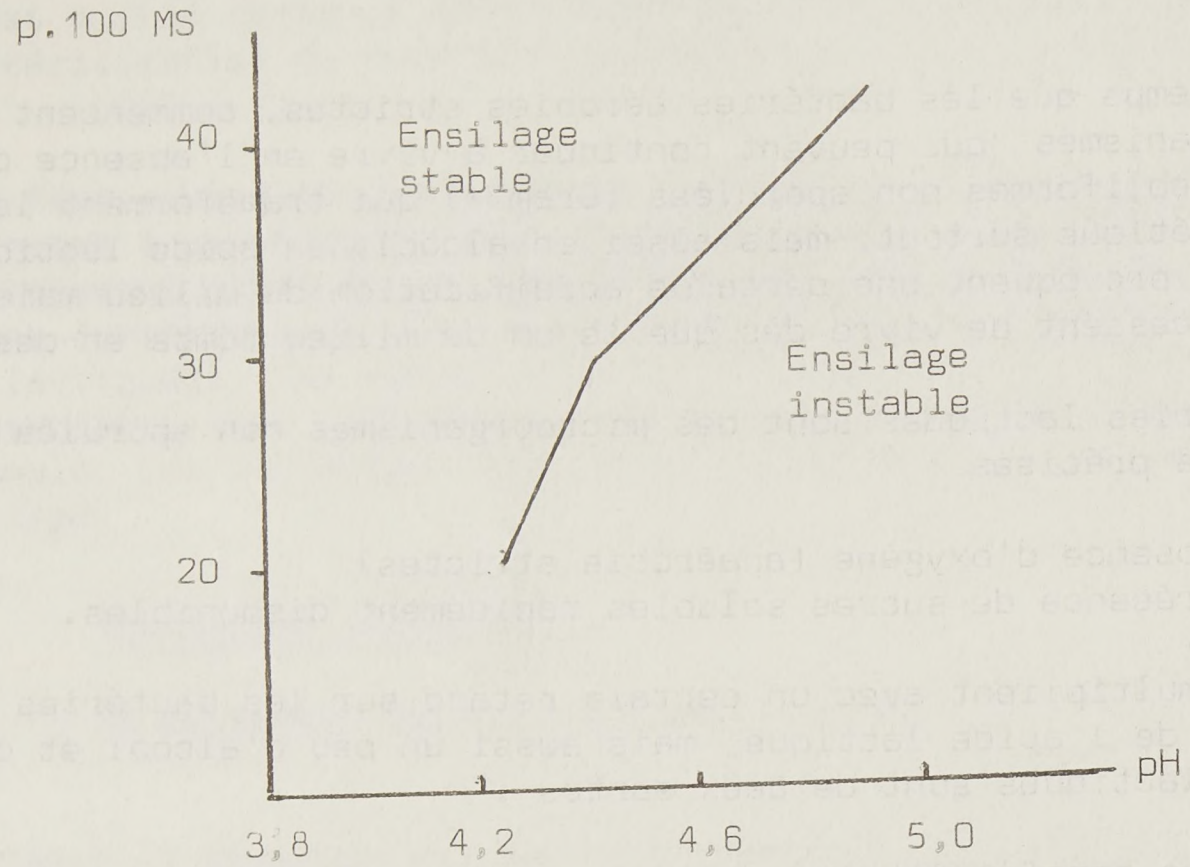
Elles se multiplient avec un certain retard sur les bactéries coliformes et produisent surtout de l'acide lactique, mais aussi un peu d'alcool et d'acide acétique. Les bactéries lactiques sont de deux sortes :

- les homofermentaires : 1 glucose ou 1 fructose ——→ 2 ac. lactique
  1 pentose ——→ 1 ac. lactique + 1 ac. acétique
- les hétérofermentaires : 1 glucose ——→ 1 ac. lactique + 1 alcool (éthanol) + 1 gaz carbonique

  3 fructoses ——→ 1 ac. lactique + 1 ac. acétique + 2 mannitol. + 1 CO_2

S'il y a suffisamment de sucres à la disposition des bactéries lactiques et si le pouvoir tampon de la plante n'est pas trop élevé, l'ensilage s'acidifie (pH 4). Dès lors il est stabilisé. En effet, à ce degré d'acidité toutes les bactéries, y compris les lactiques, sont inhibées et les enzymes protéolytiques de la plante n'ont plus d'action. On a donc atteint un état stable permettant une conservation presque indéfinie. Ceci aussi longtemps que l'air n'a pas accès au silo, car, après l'ouverture, les moisissures, qui résistent à des pH très bas (de l'ordre de 2 ; 2,5) mais sont strictement aérobies, vont pouvoir se développer. La présence de moisissure indique clairement un manque d'étanchéité du silo.

Par contre, si pour une raison quelconque, les conditions nécessaires à la prolifération des bactéries lactiques ne sont pas réalisées (absence d'air, présence de sucres en quantité suffisante et libérés à temps) et si par conséquent le pH n'est pas descendu assez bas, d'autres bactéries vont pouvoir se développer. Ce sont des bactéries butyriques (clostridies) qui sont des spores, essentiellement apportées par la terre, d'où l'intérêt de souiller le moins possible le fourrage de terre. Elles doivent germer avant de rentrer en activité et se développent donc toujours avec quelques jours de retard sur les ferments lactiques non sporulés. Elles sont beaucoup plus sensibles à l'acidité du milieu que les bactéries lactiques. Par ailleurs, les ferments butyriques sont non seulement sensibles à l'abaissement du pH mais aussi à l'élévation de la pression osmotique. Aussi le pH qui inhibe leur développement est d'autant plus élevé que la teneur en matière sèche est elle-même plus élevée. En effet, ce pH est de 3,8 pour une teneur en matière sèche de 15 p. 100 contre 5,0 pour une teneur en matière sèche de 45 p. 100. Cette influence de la teneur en matière sèche explique l'intérêt et le but du préfanage. On admet en pratique qu'il faut atteindre une teneur en matière sèche de 35 p. 100 environ pour inhiber totalement la fermentation butyrique.



Influence de la teneur en matière sèche sur le pH inhibant la croissance des bactéries butyriques. (WIERINGA, 1969).
(Influence of the dry matter content on the pH inhibiting the butyric bacteria growth)

Les bactéries butyriques attaquent les sucres résiduels en les transformant en acide butyrique et acétique, en CO_2 et H_2. Elles attaquent aussi l'acide lactique pour former les mêmes composés qui provoquent une remontée du pH et le phénomène s'accélère. Ces bactéries s'attaquent aussi aux acides aminés.

Ac. aminés ——————> Ammoniac + ac. acétique, propionique, isobutyrique + CO_2
Ac. aminés ——————> Amines (histamine - putrescine - cadaverine, etc...)

Il s'agit donc d'une véritable putréfaction et il y a intérêt à empêcher toute fermentation butyrique.

En définitive, pour réussir un ensilage de qualité, il faut employer un un silo très étanche ou le rendre tel par un film plastique, le remplir très rapidement (dans la journée ou en 3 ou 4 jours maximum) d'un fourrage non souillé de terre et le fermer de suite. Un hachage très fin est aussi primordial car les fourrages hachés finement se tassent plus rapidement et libèrent plus facilement leurs sucs cellulaires.

Mais ces conditions ne sont pas toujours suffisantes notamment si les fourrages sont trop riches en eau et trop pauvres en sucres. Pour être assuré de la réussite, il faut donc :

- soit préfaner le fourrage, mais le préfanage est vraiment efficace que s'il amène le fourrage au-dessus de 35 p. 100 de matière sèche.

- soit favoriser la fermentation lactique en rajoutant du sucre. On l'apporte sous forme de mélasse.

- soit acidifier directement le fourrage en rajoutant de l'acide, notamment de l'acide formique.

B - CRITERES D'APPRECIATION DE LA QUALITE D'UN SILO

1 - Les critères physico-chimiques

a) en milieu tempéré

La composition chimique des ensilages (teneurs en cendres, matières azotées, membranes) dépendent essentiellement de la plante et du stade de récolte et non de la conservation. En l'absence de perte de jus, elles sont de 5 à 10 p. 100 supérieures à celles de la plante (DEMARQUILLY, 1973). Cette augmentation passive traduit le fait que les pertes en ces constituants sont plus faibles que celles du reste de la matière sèche lors du processus d'ensilage. A noter cependant que pour les fourrages très humides, les teneurs en cendres et en matières azotées de l'ensilage sont plus faibles que celles des fourrages verts en raison des pertes de ces constituants dans le jus.

Les caractéristiques fermentaires des ensilages (pH, pourcentage d'azote dégradé en ammoniac, teneur en acides organiques et en alcools) rendent compte des modifications chimiques subies par le fourrage au cours du processus de conservation.

Un ensilage réussi est un ensilage à la fois stabilisé et bien consommé. Un ensilage stable se caractérise par une teneur en acide acétique relativement faible, une ammonio-génèse réduite, peu ou pas d'acide butyrique.

Par ailleurs, la diminution d'ingestibilité entre la plante sur pied et ensilée (DEMARQUILLY, 1973) dépend surtout de la teneur en acides gras volatils totaux, d'où la nécessité d'avoir une teneur en acide acétique faible. Un barême d'appréciation des ensilages tempérés a été provisoirement adopté à l'I.N.R.A. de Theix répartissant les ensilages en cinq classes auxquelles correspondent des normes de teneur en acide acétique et de pourcentage d'azote sous forme ammoniacale :

	Acides gras volatils Mmoles/kg MS	g/kg MS		p.100 N Total	
		Acide acétique	Acide butyrique	N soluble	N NH_3
Excellent	300	<20	0	<55	<5
Bon	300-600	20-35	≤5	55-60	5-10
Satisfaisant	600-900	35-50	>5	60-65	10-15
Médiocre	900-1200	50-60	>5	65-75	15-20
Très mauvais	1200	>65	>5	>75	>20

b) Cas des fourrages tropicaux

Ces données valables pour les fourrages de zones tempérées doivent être utilisées avec précaution pour les ensilages de fourrages tropicaux (CATCHPOOL, 1971). Les standards tels que la concentration en N NH_3 et la teneur en acide butyrique peuvent être appliqués à tous les types d'ensilage. Mais les standards basés sur l'acide lactique et le pH ont peu ou pas de valeur quand la conservation n'est pas due à la fermentation lactique comme c'est le cas avec les fourrages tempérés.

Nous savons par ailleurs que le tassement des fourrages tropicaux est une opération délicate, les mesures de densité indiquent en effet que ces fourrages sont moins denses et plus perméables que ceux réalisés avec les fourrages tempérés.

Certains silos réalisés avec des fourrages tropicaux donnent des ensilages stables quant à leur taux d'N NH et d'acide gras volatif (A.G.V.), mais leur composition chimique n'est pas conforme aux standards tempérés en ce qui concerne l'acide lactique. C'est le cas du *Setaria sphacelata* cv Nandi qui donne un ensilage de pH = 4,8 avec une concentration en acide lactique inférieure à 1 p. 100 et une proportion d'A.G.V. comprise entre 2 et 6 p. 100 de la matière sèche, la teneur en NH étant de l'ordre de 18 p. 100 de l'azote total. Cet ensilage d'acide acétique est remarquablement stable. C'est aussi le cas du *Lotononis bainesii* (légumineuse) qui donne un ensilage très stable avec une teneur en N NH de 6 p. 100 de l'N total et une concentration en A.G.V. de 1 p. 100 de la matière sèche. Le pH tombe à 4,9 seulement 5 jours après la réalisation, ce qui indique que la stabilité n'est pas due à l'acide lactique.

C'est aussi le cas du *Desmodium intortum* cv Greenleaf qui donne un ensilage dont la teneur en N NH est de 15 p. 100 de l'N total, une concentration en A.G.V. de 7 p. 100 de la matière sèche et pH = 5, mais 80 p. 100 de l'acidité est produite durant les 21 premiers jours de stockage.

Comme il a été dit au paragraphe précédent, deux facteurs sont responsables de la stabilité :

- l'accumulation d'acide lactique
- l'augmentation de la pression osmotique de la plante.

Ces effets sont additifs, ce qui explique qu'avec l'augmentation de la teneur en matière sèche du fourrage la valeur du pH qui limite la décomposition anaérobique s'élève (WIERINGA, 1969). La stabilité de ces ensilages tropicaux ne peut être expliquée par la valeur de leur pH uniquement, la plupart d'entre eux avaient en effet une forte teneur en matière sèche. En outre, on constate que la teneur en glucides solubles qui est associée à la production d'acide lactique dans les fourrages tempérés, est beaucoup plus faible pour les fourrages tropicaux : 13 à 16 p. 100 de la matière sèche pour les fourrages tempérés, 2 à 9 p. 100 de la matière sèche pour les fourrages tropicaux mesurés. Nos essais actuels visent à mieux connaître les caractéristiques fermentaires des ensilages réalisés dans nos conditions. Ces résultats feront l'objet de notre prochain article.

Tableau 1 - Composition chimique et caractéristiques fermentaires des ensilages des fourrages tropicaux comparés aux ensilages tempérés.
(CATCHPOOL, 1966-70-71 ; LEWITT, 1964-65 ; MILLER, 1963-66-67)

(Chemical composition and fermentation characteristics of tropical forage silages compared with temperate zone silages)

		n	MS p.100	en % M.S. MM	MAT	CB	pH	N NH_3 % N tot.	ac.lact. g/kg MS	AGV g/kg MS	CUD MO
Fourrages tropicaux											
Graminées	direct	23	25,9	9,7	19,9	35,0	5,0	13,4	5,8	27,6	50,9
	+ Mélasse	12	23,8	13,6	13,6	32,2	4,3	8,05	21,5	20,8	53,1
	préfané	1	42,9	10,2	10,2	38,0	5,6	-	-	-	56,3
Légumineuses	direct	4	23,4	-	21,2	-	4,9	7,4	14	56	-
	+ Mélasse	4	25,0	-	25,0	-	4,2	9,6	72	20	-
Fourrages tempérés (DEMARQUILLY, 1973)											
Graminées	direct	21	20,2	11,9	11,1	34,2	4,5	11,2	45	51,8	63,4
	+ Mélasse	7	20,3	12,5	12,7	30,2	4,2	6,8	58,2	52,4	70,0
	+ Mélasse	7	30,7	12,1	11,6	30,8	4,6	9,4	40,5	35,3	65,6
Légumineuses	+ Mélasse	11	18,7	10,5	17,2	26,4	3,9	6,2	118,0	44,2	66,0

Conséquences pratiques

Il découle des données précédentes que les ensilages de fourrage tropicaux sont à réaliser avec des précautions accrues.

La faible densité de l'herbe implique :

- d'une part, que le fourrage soit haché finement, la machine à double coupe s'impose donc.
- d'autre part, que le silo doit être d'une parfaite étanchéité d'où la nécessité d'employer un film de plastique qui a comme rôle principal d'éliminer toute possibilité d'arrivée d'air.

En outre, vu la faible proportion de glucides solubles et le niveau des pertes, le taux de mélasse couramment employé en milieu tempéré pour améliorer la qualité de conservation se révèle inadéquat. Pour certaines espèces, des taux de 8 p.100 de mélasse sur la base de la matière fraîche s'avèrent nécessaires. Des essais sont en cours actuellement au C.R.A.A.G., Station de Zootechnie, pour déterminer en fonction des espèces fourragères couramment exploitées en Guadeloupe-Martinique, les taux pptimum de mélasse à utiliser.

Mais l'on sait que l'addition de mélasse, même en quantité suffisante, ne réduit pas les pertes de matière sèche ou d'azote, aussi est-ce la raison pour laquelle il est nécessaire de tester d'autres conservateurs. Le métabisulfite de sodium a été testé en Australie (LEVITT, TAYLOR, HEGARIZ, 1962) mais n'a pas eu d'effet sur les fermentations du *Paspalum dilatatum*. Est-ce l'action de la température ambiante élevée qui se répercute sur celle de l'ensilage et annule les effets du conservateur ? LANIGEAN reporte en effet qu'avec la luzerne les effets bénéfiques du métabisulfite étaient passagers quand la température de l'ensilage était supérieure à 30°C.

Mais d'autres conservateurs n'ont pas encore été testés en milieu tropical (acide formique, sels acidifiants). Leur utilisation fait l'objet d'un programme d'essais qui sera mis en route au C.R.A.A.G. cette année.

Dans ces conditions n'a-t'on pas intérêt à préfaner ?

Certes le préfanage permet l'obtention d'ensilages stables ingérés à des niveaux plus élevés que les ensilages directs. La stabilité vient de l'effet inhibiteur de la pression osmotique sur la croissance des clostridies.

Mais le préfanage exige une nouvelle opération sur le champ, dépend énormément du temps sec qu'il fera, remplit rapidement le silo et favoriserait le développement des moisissures.

II - CRITERES ZOOTECHNIQUES (RESULTATS DUCLOS 76 - 77 tableaux 2 - 3 - 4)

a) Valeur nutritive :

Nous savons que la digestibilité des ensilages des fourrages tempérés est pratiquement identique à celle des fourrages verts sur pied correspondants. Les ensilages de fourrages tropicaux semblent suivre la même loi. Toutefois, dans certains cas (tableau 2). La diminution de digestibilité apparaît plus importante *(Panicum maximum)* que celle obtenue avec les fourrages tempérés. Dans le cas de nos essais, on constate une diminution de la valeur énergétique dans le temps *(Digitaria decumbens)* lorsque la vitesse d'avancement du silo n'est pas suffisante. Cette diminution est plus ou moins importante selon l'espèce ensilée et la qualité de conservation. Une probable reprise de la respiration au contact de l'air ne serait pas à exclure.

Nos premiers résultats (tableau 3 - 4) indiquant un bon maintien de la valeur énergétique du sorgho et du *Digitaria transvala* exploité à 6 semaines. Il n'y a pas de différences de digestibilité importantes entre les *Digitaria* et le *Panicum* et l'ajout de mélasse n'entraine pas de variations significatives. Mais ces résultats ont seulement une valeur indicatrice eu égard au faible nombre d'échantillons analysés.

b) Quantités ingérées :

En pays tempéré, l'ingestion de matière sèche d'ensilage est inférieure à celle du fourrage correspondant, elle est étroitement liée à la qualité de conservation. Le hachage en brins courts et l'ajout d'un conservateur efficace permet d'atteindre des niveaux d'ingestion de l'ordre de 90 à 95 p. 100 de celui du fourrage vert correspondant.

Peu ou pas de résultats existent sur les fourrages tropicaux. Nos résultats (tableau 2) indiquent une diminution des quantités volontairement ingérées par le mouton de 15 p. 100 avec le Pangola, de 24 p.100 avec le *Digitaria transvala* et pas de variation avec l'herbe de Guinée *(Panicum maximum)*. La qualité de conservation semble donc avoir de la même manière qu'en milieu tempéré un rôle prépondérant puisque l'herbe de Guinée par son port dressé et sa rigidité se prête relativement bien à la coupe fine et a une bonne conservation. C'est du reste avec le *Panicum* que l'on obtient le moins de pertes sous forme d'inconsommable.

L'influence de l'addition de mélasse se ressent particulièrement au niveau des quantités volontairement ingérées. Ces dernières augmentent de 4,6 points (13 p. 100) avec les *Digitaria*, de 31 p. 100 avec le *Panicum* et de 16 p. 100 avec le sorgho enrichi avec du *Vigna sinensis*. A signaler que dans le cas du sorgho, l'augmentation dûe à la mélasse se surajoute à celle engendrée par l'association à la légumineuse.

Il résulte de ces premières données qu'il est possible d'obtenir des ensilages dans nos conditions dont la valeur nutritive est proche de celle du fourrage vert correspondant avec ajout de mélasse. L'âge où le stade de coupe du fourrage à ensiler est donc le premier élément à prendre en considération. Nous savons en effet que la valeur alimentaire du fourrage sur pied diminue avec l'âge de la repousse. Cette diminution est de 0,22 point par jour en moyenne pour le Pangola exploité entre 28 et 77 jours *(Digitaria decumbens)* et varie avec la saison : 0,23 point par jour durant la saison de forte croissance et 0,17 point par jour durant la saison de faible croissance (CHENOST - 1975).

On peut considérer que des ensilages de valeur alimentaire satisfaisante peuvent être obtenus avec des graminées exploitées à moins de 6 semaines d'âge repousse.

En ce qui concerne le sorgho type Sudax Sx 11, l'évolution de la valeur fourragère avec l'âge (VIVIER - 1976) indique que le bon stade de coupe serait atteint pour une hauteur de la plante de 90 - 100 cm à la dernière ligule.

En définitive, c'est le niveau d'ingestion de ces ensilages qui semble être le facteur le plus important de leur valeur alimentaire. Des essais sont actuellement en cours visant à préciser les facteurs de variation de ces quantités ingérées.

C - *REALISATION PRATIQUE DES ENSILAGES*

I - Matériel de récolte et organisation de chantier

a) Matériel de récolte

Plusieurs types de matériel existent sur le marché actuellement.

- les ramasseuses-hacheuses à fléaux en L sont rustiques et peu onéreuses (type TAARUP). L'organe de travail est un rotor muni de plusieurs rangées de fléaux, qui fauche l'herbe, la lacère sur le contre-couteau du carter et l'expulse dans les remorques à travers une goulotte orientable.

Leur principal inconvénient est qu'elles aspirent la terre et n'assure pas un hachage suffisant.

- les ramasseuses-hacheuses à couteaux sont munies :

- d'un système d'alimentation à rouleaux amenant l'herbe régulièrement sur l'organe de hachage.

- d'un plateau vertical (type LAW) ou d'un tambour orizontal (type NEW HOLLAND) équipé de couteaux. La longueur du tronçonnement est réglable par modification du nombre de couteaux (6 à 12) ou de la vitesse de rotation du rotor (900 à 1300 tours/mn). Le montage sur tambour permet d'aiguiser les couteaux sans les démonter et d'obtenir un tronçonnement plus fin et plus régulier (brins < 1 cm).

b) Matériel de transport :

Le volume utile des remorques couramment employées varie de 8 à 15m^3. Leur contenance varie avec la nature, la densité, la finesse de hachage et le taux de matière sèche du fourrage (on admet en milieu tempéré une moyenne de 50 à 70 kg de MS d'herbe/m^3).

Il est possible d'utiliser des remorques ordinaires équipées de rehausses. Le déchargement est alors manuel. Un déchargement automatique est possible à l'aide de remorques à fond mouvant (type épandeur de fumier) ou à levage hydraulique (type SIMONEAU) ou a déchargement latéral (NEW HOLLAND, SIMONEAU) (B C M A 1968).

c) Organisation de chantiers :

Le nombre de remorques nécessaires doit être calculé à partir du temps de remplissage de la remorque au champ (t_1), du temps de transport aller-retour entre le champ et le silo (t_2) et du temps d'immobilisation de la remorque au silo (t_3). C'est à ce niveau que se situe en général le goulot d'étranglement. Tant que $t_2 + t_3$ ne dépasse pas t_1, deux remorques suffisent pour un travail de l'ensileuse sans temps mort. Dès que $t_2 + t_3$ devient supérieur à t_1, il faut ajouter une 3ème remorque (GUILLET, 1973).

Pour l'organisation du chantier, il faut connaitre les temps à attribuer à chacune des opérations suivantes : ramassage et chargement - transport du champ au silo - manoeuvres au silo - déchargement - répartition et tassage au silo-couloir, ainsi que les moyens en personnel, tracteurs et remorques.

II - Les silos

Il faut que le silo soit correctement drainé, étanche, et de dimensions correspondant aux besoins quotidiens ultérieurs.

On distingue :

- les silos horizontaux qui conservent l'herbe sous une faible hauteur (1 à 2,3 m) type silo-taupinière, silo-tranchée et silo-couloir.

- les silo-tours verticaux.

a) les silo-couloirs : le fond est généralement une plateforme de béton en pente légère (2 à 5 %) facilitant l'évacuation des jus. Les parois peuvent être en béton (réalisable par l'agriculteur) ou en bois (panneaux de contreplaqué disposés horizontalement entre des poteaux en bois. Les parois peuvent être déplaçables (éléments de béton). On admet que la longueur ne doit pas être supérieure à 3 fois et demie la largeur.

Il existe aussi un autre type de silo dit silo-boudin qui est chargé et comprimé par une presse à ensiler dans un film de polyéthylène. Le silo terminé a la forme d'un gros boudin allongé sur le sol, la longueur peut atteindre 22 à 24 m et sa contenance au mètre linéaire est d'environ 4 m^3.

Sur ce même modèle on peut réaliser un silo sous vide composé d'une enceinte étanche aux gaz à laquelle on applique un vide partiel (20 à 40 cm de mercure) pour éliminer le maximum d'oxygène et provoquer un tassement de l'ensemble de la masse.

b) les silo-tours : classiquement, ils sont construits en béton, acier ou bois et sont étanches à l'eau. Les plus répandus en France sont en acier galvanisé. Ils nécessitent l'application périodique d'un enduit contre la corrosion. Il existe actuellement des silos hermétiques en acier vitrifié qui sont rendus hermétiques au moyen d'une pâte caoutchoutée insérée aux jointures des plaques. Leur toit est équipé d'une soupape de sécurité et d'un orifice de remplissage fermé hermétiquement en fin de chargement.

Le principal intérêt de ces silo-tours réside dans la possibilité de mécanisation intégrale lors du remplissage du silo et du désilage, d'où une importante économie de main d'oeuvre qui peut parfois justifier l'importance de l'investissement qu'ils nécessitent.

Tableau 2 - Modifications de l'ingestibilité et de la digestibilité mesurées sur moutons, entrainées par l'ensilage.
(Modifications of the consumability and the digestibility caused by silaging and measured on sheeps)

	Fourrages	Age repousse (j)	Conservateur	Mat. sèche p. 100	Composition chimique		Quantités ingérées		Valeur énergétique			
					Cendres % MS	Matières azotées % MS	g MS /kg $p^{0,75}$	kg MS /100 kg PV	CUD MS	CUD MO	CUD MAT	UF/kg MS
FOURRAGE VERT	*Digitaria decumbens*	42	-	20,6	8,7	7,7	43,2	1,733	60	62,3	53,3	0,56
		"	-	22,4	8,8	7,5	41,7	1,630	62	64,4	55,3	0,60
	CV Pangola Digitaria Decumbens	42	-	24,1	7,36	10,9	56,8	2,117	57,3	59,4	61,3	0,51
	CV Transvala	"	-	23,0	7,5	6,4	57,2	2,116	59,4	61,7	37,5	0,56
	Panicum maximum	42	-	23,1	11,2	8,0	44,4	1,683	57,8	60,1	60,7	0,51
	(Likoni A 15)	"	-	20,2	11,9	6,0	40,9	1,546	57,8	60,9	52,0	0,52
FOURRAGE ENSILE	*Digitaria decumbens*	42	2 % Mélasse	19,5	8,3	11,0	38,7	1,51	59,4	60,5	52,1	0,53
	CV Pangola	"		19,0	8,7	11,2	33,6	1,32	52,8	54,0	41,7	0,40
	Digitaria decumbens	42		20,4	7,5	8,4	42,5	1,59	57,3	58,1	41,7	0,48
	CV Transvala	"		21,1	6,0	7,1	44,2	1,65	59,8	61,4	28,5	0,56
	Panicum maximum CV	42		22,9	11,0	6,9		1,92	51,7	56,5	49,7	0,44
	(Likoni A 15)	"		22,7	10,5	5,0	43,9	1,64	50,9	52,5	-	0,36

Tableau 3 - Composition chimique et valeur alimentaire des ensilages d'herbe (Résultats Duclos 1976-77)
(Chemical composition and food value of grass silages (Duclos, 1976-77).

Fourrages	Origine	Age repousse (j)	Conservateur	Date de mesure	Matière sèche p. 100	Composition chimique		Quantités ingérées (moutons)			Valeur énergétique			
						Cendres	Matières azotées	g MS/kgPO,75	kg MS/j /100 kg PV	p. 100 refus	CUD MS	CUD MO	CUD MAT	UF/kg MS
Digitaria decumbens cv. Pangola	Duclos	42	Mélasse	12/12/76	19,5	8,3	11,0	38,7	1,51	16,6	59,4	60,5	52,1	0,53
Digitaria decumbens cv. Pangola	"	"	"	19/12/76	19,0	8,7	11,2	33,6	1,32	21,8	52,8	54,0	41,7	0,40
Digitaria decumbens cv. Transvala	Duclos	42	sans	12/12/76	25,8	8,8	8,0	40,0	1,49	15,2	66,2	57,4	43,8	0,66
Digitaria transvala	"	"	"	19/12/76	23,5	11,0	7,7	32,4	1,23	25,2	60,5	60,7	31,1	0,52
Digitaria transvala	Duclos	42	Mélasse	12/12/76	20,4	7,5	8,4	42,5	1,59	15,3	57,3	58,1	41,7	0,48
Digitaria transvala	Duclos	42	Mélasse	19/12/76	21,1	6,0	7,1	44,2	1,65	14,9	59,8	61,4	28,5	0,56
Panicum maximum (Herbe de Guinée A15)	Duclos	56	sans	15/02/76	22,6	13,0	2,3	35,0	1,34	15,9	50,7	52,6	22,0	0,35
	Duclos	56	sans	29/02/76	23,4	11,2	1,7	36,3	1,42	13,2	49,0	51,3	-	0,34
Panicum maximum ev Linoni A15	Duclos	42	Mélasse	9/01/77	22,9	11,0	6,9	49,4	1,84	14,9	51,7	56,5	49,7	0,44
	Duclos	42	Mélasse	16/01/77	22,7	10,5	5,0	43,9	1,64	15,1	50,9	52,5	-	0,36

Tableau 4 - Fourrages récoltés avec une ensileuse double-coupe (New-Holland 717). Ensilages réalisés en petits silos tranchés béton de 3 m et complètement entourés d'un film de plastique. Mélasse ajoutée à l'aide d'un arrosoir, dilué 50/50 à raison de 2 - 3 p. 100 de la matière fraîche.
(Forages harvested with a double-cutting ensilage harvester (New-Holland 717) silaging done in small concrete French-silos and completely encircled with a plastic film. Molasses added with a watering-pot, 50/50 diluted for 2-3 per 100 of fresh matter).

Fourrage	Origine	Conservateur	Date des mesures	Matière sèche %	Composition chimique (% MS)		Quantités ingérées (moutons)		Valeur énergétique		
					Cendres	Matières azotées	g MS/kg p 0,75	kg MS/j /100kgPV	CUD MO	CUD MAT	UF/kg MS
Sorgho Sudax S x 11	Gardel	Sans	12/9/76	30,2	7,9	8,7	43,6	1,65	66,4	51,2	0,65
	"	"	19/9/76	29,0	8,3	8,5	47,8	1,81	62,6	44,3	0,57
Sorgho (932006) + Vigna (136) (ensilage)	St-François	Sans	20/2/77	20,6	13,3	14,0	63,0	2,37	51,4	55,0	0,33
	"	+ 2% Mélasse	20/2/77	24,8	12,3	12,9	76,3	2,86	57,3	58,5	0,49
Sorgho (932006) (ensilage 2)	Duclos	+ 2% Mélasse	18/12/77	24,8	7,0	6,8	36,7	1,42	52,6	34,1	0,38
Sorgho (932006) + Vigna (136)	"	+ 2% Mélasse	18/12/77	21,7	8,65	10,3	51,1	1,94	56,3	54,9	0,44

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B C M A. - Les chaînes de récolte des fourrages. III - Ensilage, 93-103, 1968.

CATCHPOOL (V.R.). - Laboratory ensilage of *Setaria sphacelata* (Nandi) with molasses. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 6, 76-81, 1966.

CATCHPOOL (V.R.). - Laboratory ensilage of three tropical pasture legumes - *Phaseolus atropurpereus* - *Desmodium intortum* and *Lotononis bainesii* - Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 10, 568-576, 1970.

CATCHPOOL (V.R.), HENZELL (E.F.). - Silage and silage making from tropical herbage species. Herbage Abstracts 41 (3), 213-221, 1971.

CHENOST (M.). - La valeur alimentaire du Pangola *(Digitaria decumbens stents)* et ses facteurs de variation en zone tropicale humide. Ann. Zoot. 24, 327-349, 1975.

DEMARQUILLY (C.). - Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantités ingérées des ensilages de fourrages : modification par rapport au fourrage vert initial. Ann. Zootech. 22, 1-35, 1973.

DEMARQUILLY (C.). - Principes de base de l'ensilage. Fourrages 56, 15-25, 1973.

DEMARQUILLY (C.), DULPHY (J.P.). - La valeur alimentaire des ensilages et sa prévision. Fourrages 56, 27-41, 1973.

GUILLET (J.).- Matériel et chantiers d'ensilage d'herbe en silo-couloirs. Fourrages, 56, 41-51, 1973.

LANIGAN (G.W.). - Studies on silage. 1) A comparative laboratory study of molasses and sodium metabisulfite as aids to conservation of lucerne. Aust. J. Agric. Res. 12, 1023-1038, 1961.

LEVITT (M.S.), TAYLOR (V.J.), HEGARTY (A.). - Studies on grass silage from predominantly *Paspalum dilatatum* pasture in South-Eastern Queensland. 1) Comparative evaluation of the additives metabisulfite and molasses. Qd. J. Agric. Sci. 19, 153-175, 1962.

LEVITT (M.S.), HEGARTY (A.), RADEL (M.J.). - Studies on grass silage from pre-dominantly *Paspalum dilatatum* pastures in South-Eastern Queensland. 2) Influence of lengh of cut on silage with and without molasses. Qd. J. Agric. Sci. 21, 181-192.

LEVITT (M.S.), O'BRYAN (M.S.). - Studies on grass silage from predominantly *Paspalum dilatatum* pastures in South-Eastern Queensland. 3) Influence of fertilisation on silage with or without the addition of molasses. Qd. J. Agric. Anim. Sci. 22, 109-123, 1965.

MICHALET-DOREAU (B.). - L'ensilage : principe, utilisation et réalisation pratique. Laboratoire des aliments, I.N.R.A. de Theix, 63110 BEAUMONT, 1977.

MILLER (W.J.), CLIFTON (C.M.), CAMERON (N.W.). - Ensiling characteristics of Coastal Bermuda Grass harvested at pre-head and full-head stages of growth. J. Dairy Sci. 46, 727-732, 1963.

MILLER (W.J.), CLIFTON (C.M.), FOWLER (P.R.), CAMERON (N.W.). - Ensiling characteristics of Tift Sudan Grass and Coastal Bermuda Grass. J. Dairy Sci. 49, 477-485, 1966.

MILLER (W.J.), CLIFTON (C.M.), FOWLER (P.R.), GENTRY (R.P.). - Comparison of low moisture and unwilted Coastal Bermuda Grass silages for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 50, 1262-1272, 1967.

VIVIER (M.). - Intérêt et limites des Hybrides Sorgho X Sudan-Grass de type Sudax SX 11 pour l'alimentation des Bovins aux Antilles. Fourrages n° 68, Dec. 1976, 67-80, 1976.

RESUME

L'ensilage s'avère être l'une des méthodes de conservation de l'herbe la plus apte à permettre une alimentation régulière des ruminants tout au long de l'année compte tenu du déficit de la production durant la saison sèche. Elle permet en outre de mieux valoriser les possibilités d'intensification qu'offrent les fourrages tropicaux.

Quantitativement, la réalisation des ensilages ne présente pas de difficulté majeure si ce n'est qu'elle exige une bonne gestion de la prairie et une organisation correcte du chantier.

En revanche, au point de vue qualitatif, plusieurs points sont encore à approfondir en milieu tropical.

1) Les critères de qualité de conservation bien connus en milieu tempéré (pH - teneur en acide lactique - acides organiques) ne semblent pas convenir en milieu tropical à cause d'une orientation des fermentations des fourrages tropicaux différente de la voie lactique.

2) Une diminution sensible de la valeur alimentaire des ensilages de fourrages tropicaux apparaît résulter essentiellement de la baisse des quantités volontairement ingérées (15 à 30 p. 100). L'espèce et la variété ensilée ainsi que le conditionnement et l'addition d'un conservateur efficace sont autant de facteurs à prendre en considération dans la recherche d'une amélioration de la valeur alimentaire de ces ensilages.

3) La faible teneur en matières azotées des graminées tropicales conduit à la réalisation d'ensilages de valeur azotée médiocre, ce facteur est en outre un des éléments de la limitation du niveau d'ingestion. L'association d'une légumineuse à la graminée ensilée apparaît comme une technique prometteuse eu égard au coût de production de l'azote.

SUMMARY

GRASS SILAGE MAKING, A PRESERVATION TECHNICS TO PALLIATE THE FOOD SHORTAGE OF RUMINANTS DURING THE DRY SEASON, "LENT" PERIOD

Silage making is proving to be one of the best methods of grass preservation to allow a regular feeding of ruminants all year long, taking into account the shortage of grass production during the dry season. It permits besides to valorize better the intensification possibilities of tropical forages.

Quantitatively, silage making presents no important difficulties except that it needs a good grassland managing and a correct workshop organization.

In return, qualitatively, several points are still to be studied thoroughly in tropical areas :

1) The criteria of preservation quality which are well known in temperate zone (pH - lactic acid content - organic acids) do not seem to be suitable in tropical areas because of a different orientation of tropical forage fermentation from the lactic way.

2) A serious discrease of the food value of tropical forage silages seems to come essentially from the discrœse of the quantities spontaneonsly consumed (from 15 to 30 per cent). The silaged species and variety as also the conditionning and the addition of an efficient preserving agent are other factors to be considered in the improvement research of the food value of the silages.

3) The low nitrogenous matter content of tropical gramineae leads to carry out silages of low nitrogenous value. Moreover, this factor is one of the elements of the consumption level limitation. The association of a legume with the siled graminea seems to be a promising technics regarding with the production cost of the nitrogen.

RESUMEN

ENSILAGE DE FORAJE, UNA TECNICA DE CONSERVACIÓN PERMITIENDO DE PALIAR EL DÉFICIT ALIMENTICIO DE LOS RUMINANTES DURANTE LA ESTACIÓN SECA, PERIODO DEL "CUARESMA"

El silage se comprueba ser uno de los metodos de conservación de forage el mas apto para permitir una alimentación regular de los ruminantes al largo del año, considerando el déficit de la producción durante la estación seca. Ademas, permite de valorizar mejor las posibilidades de intensificación que ofrecen los forajes tropicales.

Cuantitativamente, la realización de ensilajes no presenta dificuldad mayor excepto que necesita un buen manejo del pasto y una organización correcta del taller.

En cambio, calitativamente, varios puntos tienen todavia que ser profundizados en zona tropical.

1) Los criterios de calidad de conservación bien conocidos en zona templada (pH, tenor de ácido láctico, acidos organicos) no parecen convenir en zona tropical porcausa de una orientación de los fermentaciones de los forajes tropicales diferente de la vía láctica.

2) Una disminución sensible del valor alimenticio de los silajes de forajes tropicales parece venir esencialmente de la disminución de las cantidades voluntariamente injeridas (de 15 a 30 p. 100). La especie y la variedad ensilada asi como el acondicionamiento y el adición de un conservador eficaz son otros factores que tienen que ser considerados en la busqueda de un mejoramiento del valor alimenticio de estos ensilajes.

3) El bajo tenor en materas nitrogenadas de los gramineas tropicales induce la realización de ensilajes de valor nitrogenado mediocre. Este factor es además uno de los elementos de la limitación del nivel de ingestión. La asociación de una leguminosa con la graminea ensilada parece ser un técnica prometedora considerando el costo de producción del nitrogen.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 81-85, 1978.

INTERET DES FEUILLES ET DES STIPES DE BANANIER COMME RESSOURCE FOURRAGERE

II - UTILISATION PAR L'ANIMAL : NIVEAU D'INGESTION

F. GEOFFROY(°) - P. DESPOIS(°)

INTRODUCTION

Dans une première étude (GEOFFROY et al., 1978) nous avons montré que les feuilles et les stipes de bananier, compte tenu des quantités disponibles et de la qualité de ces produits, pourraient être avantageusement utilisés dans l'alimentation des ruminants.

Comme nous l'avons déjà signalé, l'usage de ces produits est actuellement très occasionnel, aussi la littérature ne compte-t-elle que peu ou pas de données sur le comportement de l'animal vis à vis de ces aliments. Nous nous proposons donc dans cette étude d'en définir l'acceptabilité et le niveau d'ingestion.

MATERIEL ET METHODES

Animaux : 12 chèvres de race Alpine en gestation (dernier tiers), âgées de 3 ans en moyenne, ont été réparties en 6 lots en fonction du stade de gestation et du poids vif.

Régimes : Les animaux ont reçu durant six semaines (jusqu'à la mise bas) les régimes suivants :

Tableau 1 - REGIMES
(Diets)

	Fourrage ad libitum	Concentré à 0,94 UF et 18 p. 100 de MAT
Lot I	Pangola *(Digitaria decumbens)* 42 j	500 g
Lot II	Stipe de bananier haché	500 g
Lot III	Feuilles de bananier hachées	500 g

Les fourrages distribués ont les caractéristiques suivantes :

- Pangola : repousses âgées de 42 jours ayant reçu 350 kg d'azote, 350 kg de potasse et 130 kg d'acide phosphorique par hectare et par an.

- Stipe et feuilles de bananier : les bananiers de variété Poyo (Robusta) étaient récoltés chaque jour au stade normal de récolte du régime.

(°) Station de Recherches Zootechniques - I.N.R.A. Antilles-Guyane Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

Les fourrages étaient offerts aux animaux à volonté (10 à 20 p. 100 de refus de la journée étant enlevés chaque matin.

Le concentré était distribué chaque matin avant le fourrage.

Mesures : Les mesures suivantes ont été effectuées :

- Quantité de matière sèche offerte et refusée chaque jour sauf le dimanche.
- Poids vif en début et en fin d'expérience (avant et après mise bas)
- Poids vif des chevreaux à la naissance.

RESULTATS - DISCUSSION

Les résultats sont présentés au tableau 1.

1°/ Acceptabilité et niveau d'ingestion

Les quantités de matière sèche ingérées de stipes et de feuilles de bananier sont relativement faibles puisqu'elles ne représentent respectivement que 29 p.100 et 53 p.100 des quantités ingérées du fourrage témoin (Pangola).

L'acceptabilité des produits ne semble pas devoir être retenue comme facteur limitant de l'ingestion, les animaux consommant ces aliments avec une certaine hâte, dès le moment de la distribution. Les différences qui apparaissent sont donc le fait de facteurs intrinsèques liés aux aliments. Les principaux, nous semble-t-il, sont pour le stipe, une très faible concentration en matière sèche (6,6 p.100) se traduisant chez l'animal par un état de replétion rapide du rumen que même la digestibilité élevée (78 à 80 p.100) du produit (GEOFFROY et al., 1978) ne peut limiter que très partiellement ; et pour les feuilles, un coefficient d'utilisation digestive faible (39 à 40 p. 100) se traduisant par une vidange très lente du rumen et donc une réduction des capacités d'ingestion.

2°/ Variations pondérales

Les variations de poids vif des animaux ont été positives dans tous les cas avec cependant des différences entre régimes, l'augmentation de poids étant plus élevée avec le fourrage témoin qu'avec les feuilles et les stipes de bananier.

Les poids de début d'expérience et après mise bas ne sont pas significativement différents pour les régimes Pangola et feuilles de bananier ; ces poids présentent par contre une différence relativement importante (3 kg) avec le régime stipe de bananier. La période expérimentale couvrant en très grande partie la phase de développement des foetus (dernier tiers de la gestation), il semble que l'on puisse considérer que cette différence de poids soit le fait d'une mobilisation des réserves des animaux au profit des foetus, traduisant ainsi l'insuffisance de l'apport alimentaire de la ration.

Le poids moyen des chevreaux n'est pas affecté par la nature du régime ; il est de 3,5 kg en moyenne, ce qui semble confirmer notre hypothèse précédente.

2°/ Etat sanitaire

Au cours de cet essai, quel que soit le régime, aucun trouble digestif ou métabolique n'a été observé. En outre, les chevreaux à la naissance étaient parfaitement normaux et aucune perte n'a été enregistrée sur ces animaux.

CONCLUSION

Les feuilles de bananier constituent un substitut de fourrage très valable chez la chèvre permettant une production sensiblement équivalente à celle obtenue avec fourrage traditionnel (Pangola). Le stipe par contre, malgré un coefficient d'utilisation digestive élevé, semble insuffisant pour assurer cette même production ; le niveau d'ingestion (exprimé en matière sèche) étant trop faible. Son utilisation comme ration de base devra donc se faire avec circonspection, soit en le réservant à des animaux à l'entretien, soit en le complémentant.

L'association feuilles plus stipes que nous n'avons pu aborder ici, faute de moyens, fera l'objet d'une prochaine étude.

Tableau 2 - Niveau d'ingestion et variation de poids des animaux

(Consumption level and weight variation of the animals)

N° Lot	I		II		III	
	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec
Consommation par animal et par jour (kg)						
Pangola	6,87	1,298	-	-	-	-
Stipe	-	-	5,58	0,368	-	-
Feuilles	-	-	-	-	4,49	0,773
Concentré	0,5	0,435	0,5	0,435	0,5	0,435
Totale	7,37	1,733	6,08	0,803	4,99	1,208
Matière sèche ingérée par 100 kg de poids vif (kg)						
Fourrage	-	2,26	-	0,658	-	1,36
Totale	-	3,02	-	1,44	-	2,13
Variation de poids vif						
Poids initial (kg)	53,6		53,6		53,4	
Poids final (kg)	61,3		58,3		59,9	
Poids après mise bas (kg)	53,5		50,1		53,0	
Poids moyen des chevreaux (kg)	3,7		3,44		3,3	
Nbre chevreaux par animal	1,75		2,0		1,75	

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GEOFFROY (F.), FABERT (V.), CALIF (E.), SAMINADIN (G.), VARO (H.). - Intérêt des feuilles et des stipes de bananier comme ressource fourragère. I - Disponibilité et valeur alimentaire. Nouv. Agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 1-9, 1978.

RESUME

Les feuilles et les stipes de bananier ont été offerts comme seul fourrage à des chèvres Alpines en gestation, comparativement à un fourrage traditionnel le Pangola *(Digitaria decumbens)* dans des régimes alimentaires comprenant une quantité fixe de concentré.

Les quantités de matière sèche ingérées (tableau 2) sont plus faibles avec les feuilles et les stipes de bananier (respectivement 1,36 et 0,66 kg par 100 kg de poids vif) qu'avec le Pangola (2,26 kg par 100 kg de poids vif).

Quel que soit le régime, l'évolution du poids vif des animaux jusqu'à la mise bas, a été positive. Le poids moyen des chevreaux n'a pas été affecté par la nature du fourrage. Par contre, le poids après mise bas fait apparaître l'insuffisance de l'apport alimentaire avec le stipe de bananier.

En conclusion, les feuilles constituent un substitut de fourrage très valable. Le stipe, par contre, devra être utilisé avec circonspection en fonction des besoins des animaux.

SUMMARY

INTEREST OF BANANA LEAVES AND STEMS AS FORAGE RESOURCE

II : UTILIZATION BY ANIMAL : CONSUMPTION LEVEL

Banana leaves and stems were offered as single forage for pregnant Alpine goats in comparison with a traditionnal forage, Pangola *(Digitaria decumbens)* in diets including a fixed quantity of concentrates.

The consumed quantities of dry matter (table 2) are lower with banana leaves and stems (respectively 1.36 and 0.66 kg per 100 kg of live-weight) than with Pangola (2.26 kg per 100 kg of live-weight).

Whatever may be the diet, the live-weight evolution until parturition was positive. The average weight of the kids was not affected by the forage nature. On the other hand, the weight after parturition shows the insufficiency of the food supply with banana stems.

In conclusion, banana leaves are a very valuable forage substitution. On the other hand, stipes will have to be used carefully according to the animal requirements.

RESUMEN

INTERÉS DE LOS HOJAS Y ESTIPITES DE PLATANO COMO RECURSO FORRAJERO
II : UTILIZACIÓN POR EL ANIMAL : NIVEL DE INGESTIÓN

Las hojas y estipites de platano fueron ofrecidos como solo forraje a cabras llenas, comparativamente con un forraje tradicional, el Pangola *(Digitaria decumbens)* en dietas incluyendo una cantidad fija de alimentos concentrados.

Las cantidades de matera seca ingeridas son mas bajas con las hojas y estipites de platano (respectivamente 1,36 y 0,66 kg por 100 kg de peso vivo).

Cualquiera sea la dieta, la evolución del peso vivo de los animales hasta la parturición fue positiva. El peso medio de los cabritos no fue afectado por la naturaleza del forraje. En cambio, el peso después de la parturicion evidencia la insuficiencia del aportación alimenticia con el estipite de platano.

En conclusión, las hojas constituyen un substituto forrajero muy valable. El estipite, en cambio, tiendra que ser utilizado cuidadosamente según los necesidades de los animales.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 87-97, 1978.

PRATIQUES DE LA CULTURE TRADITIONNELLE DE L'IGNAME, *DIOSCOREA ALATA*, EN GRANDE-TERRE (GUADELOUPE ; ANTILLES FRANCAISES)

M. CLAIRON(°)
en collaboration avec C. ALPHONSE(°°)

I - INTRODUCTION

Parmi les ignames "blanches", espèce *Dioscorea alata*, les plus appréciées en Guadeloupe et en Martinique sont les variétés Pacala et Dominique. Celles-ci sont surtout cultivées en Grande-Terre (Guadeloupe F.W.I.). Leur fourniture sur le marché est très saisonnière : si on les trouve en abondance de janvier à avril, elles disparaissent quasi-totalement le reste de l'année. Nous avons essayé de connaitre les raisons de cette irrégularité, en allant auprès des producteurs, les "vivriers", mener une enquête sur leur agronomie de l'igname. Pendant deux mois nous avons visité quarante planteurs d'ignames de catégories sociales diverses mais qui devaient avoir un profil traditionnel. Ce sont les éléments essentiels obtenus que nous allons examiner.

II - METHODE

Les planteurs de "vivres" ("mangers"), ne devaient pas avoir été très atteints par les techniques mises au point par les Instituts de Recherches (dont l'INRA.AG) ou par les services de développement et de vulgarisation (D.D.A., S.D.A. Chambre d'Agriculture, S.U.A.D.). De la sorte leur profil est davantage dans la ligne traditionnelle. La connaissance de la tradition est un préalable à toute propositon de techniques nouvelles modernes susceptibles d'amener des progrès au prix de bouleversements dans les pratiques agricoles. Ainsi d'un échantillon proposé de cent vingt agriculteurs, seule une quarantaine a été retenue sur l'ensemble de la Grande-Terre. L'essentiel était de pouvoir s'entretenir avec les praticiens, ce qui nous a conduit à éliminer les propriétaires non planteurs (c'est à dire qui louent leurs terres aux colons).

Tableau 1 - Répartition des catégories sociales des planteurs interrogés dans les communes de Grande-Terre (Guadeloupe, F.W.I.)
(Distribution of social and professionnal groups of the producers interviewed in Grande-Terre parishes (Guadeloupe, F.W.I.)

	Gosier	Ste-Anne Gd-Fond	St-François	Moule Gd-Fond	Anse Bertrand	Petit Canal	Morne à l'eau
Agriculteurs	2	6	1				1
Agricult.-éleveurs	4	7		5	2	2	
Employé Usine				1			
Président G.V.A.			1				
Plombier					2		
Menuisier-Charpentier						1	
Entrepreneur transport		1		1			
Délégué syndical	1	1					
Commerçant					1		

(°) Station d'Agronomie - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)
(°°) Chambre d'Agriculture - S.U.A.D. - 24, rue Sadi-Carnot, B.P. 337 - POINTE-A-PITRE

C'est à Sainte-Anne, et dans ses Grands Fonds, que nous avons rencontré le plus grand nombre de vivriers. Parmi les agriculteurs 20 sur 30 sont en même temps éleveurs. Nous n'avons pas cherché à approfondir l'aspect économique car il était très difficile, au niveau de l'exploitation, et dans un délai très court (deux mois), de faire la part des cultures vivrières par rapport aux autres spéculations agricoles (élevage ou canne à sucre), et encore moins dans le cas de ceux qui ont une autre source de revenus que leurs exploitations (commerçant, charpentier, plombier...).

Remarques

Le cas particulier des "jardins créoles" avec ignames, rencontrés surtout à Morne à l'eau, sera examiné en fin du § III.

III - RESULTATS

1°/ Les parcelles d'ignames

90 % des personnes interrogées étaient propriétaires des terres exploitées. Pour des raisons de main-d'oeuvre (coût) et de disponibilité de semences, les surfaces excèdent rarement un hectare (2 %) et sont le plus souvent comprises entre dix et quarante ares. Ces parcelles sont choisies en fonction de leur histoire. Elles sont cultivées deux années consécutives (la 1ère année donnant des rendements plus élevés) et ne sont remises en cultures qu'après cinq, sept voire douze années dans les cas extrêmes (6 %) et à condition que l'on dispose d'espace suffisant. Le schéma des successions pourrait être le suivant :

(Sequence of crops)

Ignames		Jachères et/ou canne à sucre						Ignames		Jachères et/ou canne à sucre			
1e	2e	1	2	3	4	5	6	1e	2e	1	2	3	4 années

En Grande-Terre les cultures sont établies sur des sols sur calcaires (vertisols à montmorillonite) de légère pente et bien ensoleillés. Les sols sont plus profonds vers les fonds, et plus caillouteux (tufs) vers le sommet des côtes ("mornes").

2°/ Travail du sol

Pour 75 % les parcelles visitées étaient situées sur des faibles pentes.

Deux cas sont à envisager :

a) sur les terrains plats ou de légère pente (< 5 %) les travaux sont effectués mécaniquement au moyen de Bulldozers et charrues à disques. Ces machines sont propriété des usines. Comme toute leur activité est concentrée sur la récolte de canne à sucre, les appareils lourds peuvent donc être loués aux agriculteurs pour la préparation de leur sol. Dans ce cas, deux labours croisés et un billonnage (1.50m d'écartement et 0.50 à 0.60 m de hauteur) sont effectués sans avoir à utiliser d'herbicides pour la faible végétation (jachères) ayant subi la sècheresse du carème.

b) sur les pentes supérieures à 5 - 7 % (25 % des cas) tout le travail est effectué à la main. Après 6 ans, la végétation de la forêt xérophytique à tendance mésophytique est en cours de réinstallation. Elle est détruite au coutelas et brûlée sur place. On a soin de laisser quelques troncs d'arbres tous les deux ou trois mètres, dans deux directions orthogonales et qui serviront de tuteurs naturels.

Le travail du sol ainsi récupéré s'effectue à la pioche afin d'éliminer les plus grosses racines, les blocs de tuf, et de préparer soigneusement la butte ("bique" de 0.70 à 0.80 m de hauteur sans alignement précis) sur laquelle seront installés les semenceaux (1 ou 2). Il y a lieu de noter les apports d'éléments fertilisants représentés par les cendres des abattis et les enfouissements des végétaux des jachères ou de la canne à sucre. Mais seuls 5 % des agriculteurs portent une faible fertilisation après plantation (engrais composé ternaire de la canne 12-12-24).

3°/ Plantation - Entretien - Récolte

Les semenceaux, comme les plantations qui suivront, ne sont pas traités avec des produits fongicides ou insecticides.*

Le vivrier essaie toujours de planter la plus grande partie des ignames aux environs du 24 juin (fête de la Saint Jean). Le reste, s'il y en a, sera mis en terre en août, septembre ou même octobre, à une densité de dix mille pieds hectare, soit 3 à 5 tonnes de semences. Le poids des semenceaux est très différent suivant la date de plantation :

- en juin ils varieront entre 500 g, 750 et même 1000 g (Anse-Bertrand)
- dès le mois d'août l'agriculteur est sûr qu'il peut planter des fragments plus petits (250 ou 300 g).

Pour l'entretien deux sarclages manuels sont habituellement effectués aux 2e et 3e mois après plantation. En Nord Grande-Terre (Anse-Bertrand, Petit-Canal) après plantation, le sol est recouvert de feuilles sèches de canne à sucre.

Aucune irrigation n'est pratiquée. Il n'y a plus de tuteurs installés pour ces ignames sauf dans le cas de plantation sur pente comme nous l'avons vu. Au moment de l'enquête beaucoup de parcelles étaient atteintes par l'anthracnose.

Les récoltes ne sont pas faites mécaniquement à cause des tubercules de longueur (20 à 100 cm) et de poids (un à cinq kilos et plus) très variables qui nécessiteraient des appareils compliqués tenant compte du sol et de la morphologie des tubercules. En général les récoltes oscillent entre 10 et 12 tonnes de produits commercalisables (tubercules de poids supérieur à un kilo). Elles s'effectuent au début du carême = fin décembre). Le sol est fouillé à la fourche et au coutelas et les tubercules laissés sur place pour finir de mûrir où emportés pour la vente et la consommation familiale. En règle générale 80 % de la production est vendue et/ou consommée, le reste étant gardé pour la plantation à venir. Les tubercules abimés (cassés) lors de la récolte sont enduits de cendres de bois pour leur conservation (cicatrisation et/ou stérilisation ?).

Il faut noter que le moment des récoltes est le même pour toutes les dates de plantation (juin ou août-septembre) : les plantations tardives pourraient même être plus productives que les autres.

Pour la conservation, dans la plupart des cas, les ignames sont stockées, couchées les unes sur les autres, dans des abris en tôles, près des habitations.

La main-d'oeuvre est importante, que ce soit pour la plantation, l'entretien ou la récolte. Non seulement toute la partie de la famille disponible est mobilisée pour ces travaux mais on assiste à deux processus suivant les possibilités financières des planteurs. Ainsi (30 %) des agriculteurs procéderont par "coups-de-main" pour leur plantation et récolte, les autres, au contraire, ayant davantage de moyens, utiliseront de la main-d'oeuvre salariée.

(*) Dans le cas d'attaques de Cochenilles les semences sont trempées dans une solution de fruits de *Momordica charantia* (pommes coolies).

L'ensemble des résultats de cette enquête non exhaustive pourrait être résumé dans le modèle de fiche joint qui trace le portrait-type du planteur d'ignames de Grande-Terre tel que nous l'avons trouvé dans ses réalités et traditions agricoles.

IV - DISCUSSION DES RESULTATS

La date du 24 juin, impérative pour 80 % des surfaces plantées correspond à une pratique superstitieuse bien qu'elle recouvre une réalité biologique (levée de dormance des tubercules). En examinant les courbes I et II de précipitations de Saint-François (seules données pour l'ensemble de la Grande-Terre de 1967 à 1977 année normale) on s'aperçoit qu'en fait il y a peu d'espoir de pluies importantes, espoir superstitieux non établi par la réalité climatologique. Les sols argileux à montmorillonite (argile gonflante) sur calcaires de Grande-Terre ont une forte capacité de rétention pour l'eau (70 à 80 % de leur poids sec). Les pluies seront donc très favorables à l'installation du système racinaire des plantules issues des semenceaux. La pluviométrie étant plus faible dans la région Nord Grande-Terre (Anse-Bertrand, Petit-Canal) et l'ensoleillement plus important, les jeunes tiges peuvent subir des lésions irréversibles ("brûlées") au contact du sol. Aussi rencontre-t-on dans cette région le procédé de recouvrement du sol par un paillage de feuilles de canne sèches (résidu des récoltes). Ce "mulch" présente en outre l'avantage de limiter l'évaporation et est un moyen de lutte contre les adventices.

Le poids des semenceaux procède aussi d'un raisonnement astucieux : si les premières pluies ne sont pas suffisantes pour assurer le développement des plantes, il restera suffisamment de "réserves" dans le semenceau en terre, pour assurer une deuxième reprise au moment de l'arrivée de la vraie saison des pluies (août). Ainsi les fragments utilisés à cette époque pourront être plus petits puisque les bourgeons, puis les tiges, ne risqueront pas d'être détruits par un manque d'eau.

Les travaux culturaux sont convenables et nous avons vérifié qu'ils intéressaient généralement 0.50 m de sol. Les variétés Pacala et Dominique ne supportent pas un excès d'eau : elles dépérissent et l'espérance de récolte est ruinée. Nous avons constaté l'absence de culture dans les "fonds". Les parties plus élevées sont plus favorables dans la mesure où la structure du sol est meilleure, avec un pourcentage de cailloux calcaires importants, de 5 à 10 cm et moins de diamètre, favorables à une bonne productivité. Malgré les contraintes qu'entraine le travail du sol à la pioche et/ou à la houe pour épierrer et faire des buttes, tous les agriculteurs sont unanimes à reconnaître que ces parcelles produisent davantage, en raison d'un bon drainage (assuré par une bonne structure du sol et la proximité du substrat calcaire). Sur la question de production identique de tubercules, quelle que soit la date de plantation, il est difficile de trancher. D'abord parce que l'agriculteur n'a jamais effectivement contrôlé quantitativement les poids obtenus. Ensuite on peut admettre, d'après ce que nous savons sur l'igname, que le nombre de tubercules récoltés est supérieur pour les plantations tardives. Les tubercules mères dont ils sont issus ont subi deux, trois voire cinq ébourgeonnages entrainant une multiplicité de tiges et de tubercules-fils, mais pas un poids de produit supérieur. Enfin ce même procédé peut expliquer que nous arrivions au même moment de maturité des tubercules-fils issus de semences de même âge physiologique (même lot récolté) mais de dates de plantation différentes. Et, ainsi, que l'approvisionnement du marché, soit totalement dépendant du cycle végétatif de l'igname.

Cas particulier de la fertilisation

90 % des agriculteurs répugnent à utiliser la fertilisation chimique, évoquant des raisons de qualité du tubercule qui serait plus "dur" à la cuisson, dont les qualités organoleptiques seraient moins bonnes, et qui se vendrait plus mal. Ils ont tous fait leur expérience. Cependant ceux-là même qui pratiquent l'élevage ne procèdent pas moins à un enrichissement du sol en azote et potasse (en ce qui concer-

ne l'acide phosphorique, dans la grande majorité des surfaces en Grande-Terre, les sols sont assez pourvus). Ayant déterminé la partie à planter en ignames ils y installent, au piquet, dès le début des récoltes de canne à sucre, leurs bovins. Ceux-ci sont alimentés sur place en "amarres" de cannes (partie supérieure de la tige non utilisée). Jusqu'au moment des labours (et pendant deux mois ou plus) les refus et les déjections vont constituer un apport très conséquent de matières organiques et donc d'éléments azotés et potassiques (qui pourraient être supérieurs aux fertilisations conseillées habituellement). A notre connaissance c'est là un privilège exceptionnel manifesté aux vivres car ce n'est pratiquement jamais le cas pour les cultures maraîchères.

Cas particulier de l'eau

Tous les agriculteurs confessent que leur premier souci est celui de l'eau. Ils avouent (30 %) que s'ils en avaient la disponibilité ils pourraient planter plus tôt : mai et avril. La solution du problème de fourniture régulière de tubercules au marché se situe-t-il à ce niveau ? L'irrigation peut-elle permettre d'étaler les récoltes en décalant les dates de plantation envisagées ? La question mérite d'être posée.

Surface de monoculture d'ignames et maladies : cas particulier des jardins créoles.

Au moment où l'enquête fut menée, une grande partie des ignames avait été atteinte par l'anthracnose, dûe au *Colletotrichum gloesporioïdes*, et les pertes occasionnées sur les plantations de 1976 s'avéraient considérables. Dans certaines zones parmi les plus touchées (Gosier, Sainte-Anne) des parcelles entières ont été détruites (tiges et feuilles noircies, comme brûlées). C'est à Morne-à-l'eau que nous avons rencontré les "jardins créoles" où l'igname était en fin de végétation, avec, intercalées, des rangées de bananiers, de madères, et des pois d'angole. Ces ignames n'étaient pas affectées par l'anthracnose, alors que, dans les parcelles adjacentes plantées uniquement des mêmes variétés, les dégâts occasionnés par cette maladie étaient très importants. Cette observation soulève le problème des risques d'aggravation des maladies dans les surfaces de monocultures comparativement aux mélanges d'espèces végétales susceptibles de présenter des obstacles naturels à la dissémination des maladies.

V - CONCLUSION

Les planteurs d'ignames blanches, et plus particulièrement des variétés, les plus appréciées et recherchées, Pacala et Dominique ont, par tradition, "adapté les techniques culturales aux conditions pédo-climatiques de la Grande-Terre. Cela est vrai pour le choix des terrains, pour les procédés culturaux de préparation du sol, de plantation, et de récolte, mais cela l'est probablement moins pour le choix de la date de plantation, compte tenu de la répartition des pluies en Grande-Terre.

Par ailleurs les problèmes phytosanitaires ne sont pas maîtrisés (traitements de semenceaux, traitements en cours de végétation...), alors qu'ils se posent avec acuité pendant la saison des pluies.

De la même façon, le problème de la fertilisation pourrait être considéré comme résolu :

- soit par la décomposition des jachères ou résidus organiques des cannes enfouies par les labours,

- soit par l'enrichissement en éléments minéraux provenant des cendres des végétaux (abattis),

---

(*) Les pertes subies en 1977 ont battu tous les records : 85 % de la production (selon le Syndicat des vivriers et la Chambre d'Agriculture).

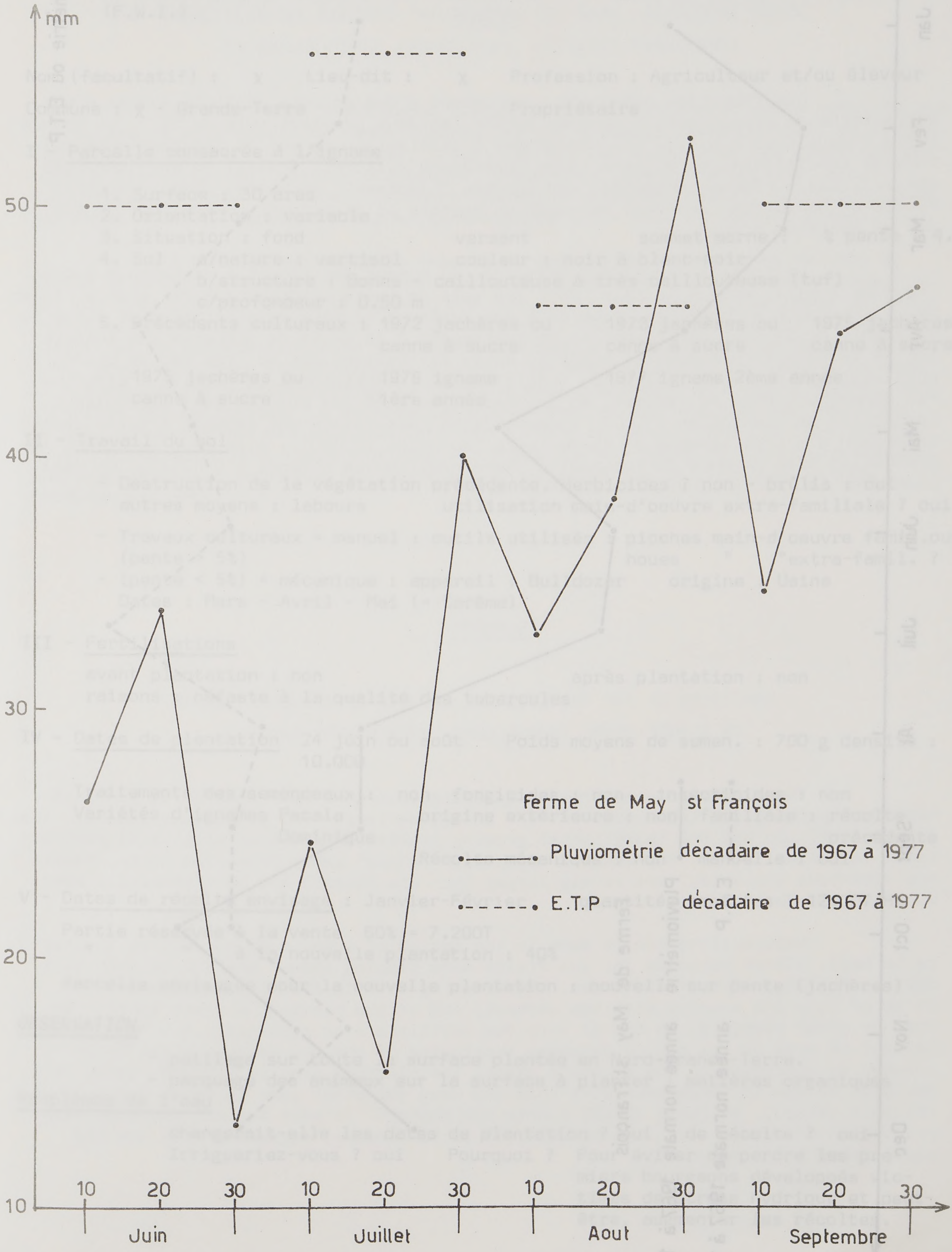
- soit par l'apport des matières organiques animales et végétales dans le cas des exploitations avec élevage. Cependant, pour arriver à un optimum de production, il y a lieu de bien connaître les équilibres nutritifs, N-K en particulier, et les formes les plus assimilables de ces éléments sans influence sur les qualités des tubercules.

Enfin l'irrigation de la Grande Terre pourrait assurer un approvisionnement plus régulier du marché en tubercules dans la mesure où elle permettrait de décaler les dates de plantation et, mieux, d'introduire des ignames capables de rentabiliser l'eau, adaptables aux sols argileux sur calcaires et suffisamment productives.

Les données acquises incitent à envisager l'étude expérimentale de plantations échelonnées et des besoins minéraux et/ou hydriques d'une igname de la même espèce. Ce type d'étude est actuellement en cours dans le cas du milieu plus humide de la Guadeloupe (Domaine INRA de Duclos).

Nous présentons à tous les planteurs d'ignames qui ont bien voulu répondre à notre questionnaire nos sincères remerciements. Nous remercions également C. CONSTANT, station de Bioclimatologie INRA-AG pour son concours (courbes I et II).

Pluviométrie ou E.T.P



Ferme de May st François

Pluviométrie décadaire de 1967 à 1977

E.T.P décadaire de 1967 à 1977

Pluviométrie ou E.T.P

mm

160

140

120

100

80

60

40

20

Jan Fev Mar Avr Mai Juin Juil At Sept Oct Nov Dec

Ferme de May st François

Pluviométrie année normale 1967 à 1977

E.T.P année normale 1967 à 1977

Modèle de fiche utilisée et Portrait-type du vivrier tel qu'il se présente après enquête sur l'agronomie de l'igname en Grande-Terre (F.W.I.)

Nom (facultatif) : χ Lieu-dit : χ Profession : Agriculteur et/ou éleveur

Commune : χ - Grande-Terre Propriétaire

I - Parcelle consacrée à l'igname

1. Surface : 30 ares
2. Orientation : variable
3. Situation : fond versant sommet morne : % pente : 4.5
4. Sol a/nature : vertisol couleur : noir à blanc-noir
   b/structure : Bonne - caillouteuse à très caillouteuse (tuf)
   c/profondeur : 0.50 m
5. Précédents culturaux : 1972 jachères ou canne à sucre | 1973 jachères ou canne à sucre | 1975 jachères canne à sucre | 1975 jachères ou canne à sucre | 1976 igname 1ère année | 1977 igname 2ème année

II - Travail du sol

- Destruction de la végétation précédente. Herbicides ? non - brûlis : oui
  autres moyens : labours utilisation main-d'oeuvre extra-familiale ? oui
- Travaux culturaux = manuel : outils utilisés : pioches main-d'oeuvre famil.oui
  (pente > 5%) houes " "extra-famil. ?
- (pente < 5%) = mécanique : appareil : Bulldozer origine : Usine
  Dates : Mars - Avril - Mai (= Carême)

III - Fertilisations

avant plantation : non après plantation : non
raisons : néfaste à la qualité des tubercules

IV - Dates de plantation 24 juin ou août Poids moyens de semen. : 700 g densité : 10.000

Traitements des semenceaux : non fongicides : non insecticides : non
Variétés d'ignames Pacala origine extérieure : non familiale : récolte précédente
Dominique
Récolte mécanique : non manuelle : oui

V - Dates de récolte envisagé : Janvier-Février quantités espérées : 12.00T/Ha

Partie réservée à la vente 60% = 7.200T
" " à la nouvelle plantation : 40%

Parcelle envisagée pour la nouvelle plantation : nouvelle sur pente (jachères)

OBSERVATION

- paillage sur toute la surface plantée en Nord-Grande-Terre.
- parquage des animaux sur la surface à planter : matières organiques

Problèmes de l'eau

changerait-elle les dates de plantation ? oui de récolte ? oui
Irrigueriez-vous ? oui Pourquoi ? Pour éviter de perdre les premiers bourgeons développés victimes de stress hydrique et peut-être, augmenter les récoltes.

RESUME

Les résultats présentés proviennent d'une enquête réalisée auprès d'une quarantaine de producteurs d'ignames durant les deux premiers mois de 1977, en Grande-Terre (Guadeloupe F.W.I.). Ils concernent l'utilisation du sol et les pratiques culturales traditionnelles au sens large (précédent cultural, travail du sol, variétés etc...). Les surfaces consacrées aux ignames "blanches", *Dioscorea alata*, variétés Pacala et Dominique, excèdent rarement un hectare et se situent généralement entre dix et quarante ares.

Le travail du sol est effectué, au moment des récoltes de canne à sucre (février à mai), soit à la main, pour les sols de pente supérieure à 7%, soit au moyen de tracteurs à chenilles. Pour 80 % des surfaces la date de plantation se situe au voisinage du 24 juin par tradition et correspond à la levée de dormance des tubercules de la récolte précédente. Avant ou après plantation, pas ou très peu de produits sont utilisés comme fertilisants, fongicides ou insecticides. La récolte s'effectue fin décembre (début du carême), en janvier ou suivant les besoins de l'agriculteur. La densité de plantation (10.000 semenceaux/ha) est faible par rapport à celle rencontrée pour d'autres ignames en Basse-Terre (au moins 20.000) ; elle peut expliquer la production très moyenne de tubercules commercialisables obtenus (10-12T/ha) en relation avec la faible pluviométrie (1400 mm/an).

SUMMARY

PRACTICES OF THE TRADITIONNAL GROWING OF *DIOSCOREA ALATA* IN GRANDE-TERRE (GUADELOUPE, FRENCH WEST INDIES)

These results come from an investigation done near some forty yam producers during the first two months of 1977 in Grande-Terre (The calcareous island). They concern soil use and the traditionnal growing practices (previous crop, soil cultivation, varieties, etc.). The areas cropped with "white" yams, *Dioscorea alata*, Pacala and Dominique varieties, are rarely larger than one hectare and have generally beetween ten and forty ares.

Soil cultivation is done in the period of sugar-cane harvesting (February to May), either manually for the fields more sloping than 7 per 100 or with bulldozers. For 80 p. 100 of the areas, the planting date is traditionnally about the 24 th of June and squares with the dormancy end of the previous harvest tubers. Before or after planting, no one or very few fertilizers or pesticides are used. The harvest is done on the end of December (beginning of the dry season, "Lent"), in January or according to the grower's needs. The planting density (10 000 plants per hectare) is low in comparison with this one used for other yams in Basse-Terre (the volcanic island), at least 20 000 plants per hectare. It mays explain the very mean production of tubers which can be sold (10 to 12 tons/ha) regarding with the low pluviometry (1400 mm/year).

RESUMEN

PRACTICAS DEL CULTIVO TRADICIÓNAL DEL ÑAME, *DIOSCOREA ALATA*, EN GRANDE-TERRE (GUADELOUPE, ANTILLAS FRANCESAS)

Los resultados presentados vienen de una investigación hecha cerca de una cuarantena de productores de ñames durante los dos primeros meses de 1977, en Grande-Terre (isla calcárea de Guadeloupe). Tratan del uso del suelo y de las practicas culturales tradicionales (cultivo precedente, trabajo del suelo, variedades, etc.). superficies de ñames "blancos", *Dioscorea alata*, variedades Pacala y Dominique, exceden raras veces un hectarea y tienen generalmente entre diez y cuarenta areas.

El trabajo del suelo se hace en el periodo de las cosechas de caña de azucar (Febrero hasta Mayo), sea a mano para los suelos de decline superior que 7 %, sea con tractores de carriles. Para 80 por 100 de las superficies, la fecha de plantación es tradicionalmente cerca del 24 de Junio y coresponde con el fin del descanso vegetativo de los tuberculos de la cosecha precedente. Antes o despues de la plantación, ninguno o pocos fertilizadores o pesticidas son empleados. La cosecha se hace al fin de Diciembre (principio de la estación seca-cuaresma), en Enero o según los necesitos del agricultor. La densidad de plantacion (10 000 semillas por hectárea) es baja comparada con esa empleada para otros ñames en Basse-Terre (la isla volcánica), al menos 20 000. Puede explicar la producción muy media de tuberculos comercializables (10-12 toneladas por hectárea) en relacion con la pluviometria baja (1400 mm por año).

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 99-113, 1978.

ETUDE PRELIMINAIRE DES SOUCHES DE *RHIZOBIUM* DANS LES PRINCIPAUX SOLS DE GUADELOUPE

I. EVRARD(°) - G. MARCHOUX(°°)

INTRODUCTION

Les bactéries appartenant au genre *Rhizobium* ont la possibilité d'être captées par les poils racinaires de certaines plantes, les légumineuses, ce qui se traduit par la formation, sur les racines, de nodosités, qui sont le siège de la symbiose bactérie-plante-hôte. Cette association permet, en effet, la fixation de l'azote atmosphérique qui est ensuite incorporé dans les chaines métaboliques de la légumineuse. Ce gain d'azote pour la plante est loin d'être négligeable. En régions tempérées par exemple, après "inoculation" de graines de luzerne par des souches de *Rhizobium* adéquates, les rendements de culture sont augmentés de 10 p. 100 à plus de 100 p. 100 ; de plus une augmentation de 20 p. 100 de la teneur en protéine de la plante est relevée (BONNIER 1960). Dans ces conditions, une telle influence bénéfique du *Rhizobium* sur les légumineuses serait intéressante à développer en régions tropicales où le manque de fourrage et de sources de protéines se fait durement ressentir. Mais sous de telles latitudes où l'on rencontre des sols très acides et des conditions particulières et rigoureuses de climat, les associations *Rhizobium* légumineuse ont du mal à s'instaurer de manière naturelle.

La symbiose bactérie-plante fait intervenir plusieurs facteurs, notamment :

- l'adaptation de la plante au climat
- la spécificité et l'efficience de la souche de *Rhizobium* qui doit être également adaptée aux conditions climatiques.
- les facteurs du milieu qui se répercutent non seulement sur les symbiontes, mais aussi sur le déroulement de l'association elle-même.

Aussi, dans une première étape nous nous sommes limités à l'étude de la présence ou de l'absence des souches de *Rhizobium* spécifiques et efficientes dans différents sols de Guadeloupe.

MATEREIL ET METHODES

A - SOLS ETUDIES

1°/ Caractéristiques principales

a) en Basse-Terre

La roche-mère de cette île est d'origine volcanique ; le pH est relativement peu acide (5,5-6,5) 4 types de sol se différencient :

- sols ferralitiques : Nord-Est de la Basse-Terre
  . Ce sont des sols à argile rouge, (Kaolinite et fer), lourds, se gorgeant d'eau, car imperméables à faible profondeur.
  . Le calcium et le phosphate se trouvent en faible quantité.
  . La pluviométrie est excédentaire.

(°°) Station de Pathologie Végétale - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)

Nous avons discerné 2 zones :

(1) quelques régions telles que Baie-Mahault, Jarry, Sainte-Rose.
l'argile est compacte
pH relativement peu acide (5 à 6)
lieu de prélèvement, Baie-Mahault, en prairie.
(1') zone Nord-Est de la Basse Terre moins la zone de (1)
pH acide 4,8 à 6.
lieu de prélèvement, Lamentin, en prairie.

- Sols à allophane riches en matière organique : Andosols

. Le pH est au voisinage de 5,5 à 6.
. Sol riche en silicate d'aluminium amorphes (volcanisme récent et climat très humide)

Nous distinguons deux zones d'après le microclimat :

(2) Côte au vent, régions de l'Habituée, Manceau, Neuf-Château.
Zone à très forte pluviométrie
Lieu de prélèvement : l'Habituée, en prairie.
(2') Côte sous le vent, Matouba, Plateau de Papaye.
Zone à forte pluviométrie
Lieu de prélèvement ; Matouba, en prairie

- Sols à halloysite :

. Sol brun, rouille, argileux, riche en humus
. Deux zones à microclimats différents :

(3) Côte au vent, au Sud-Est de la Basse-Terre
pH acide (5 à 5,5)
Lieu de prélèvement : Capesterre, en prairie, bordant un champ de canne à sucre
(3') Côte sous le vent au dessus de Baillif, Saint-Louis, Bouviers
pH un peu moins acide que pour la zone (3).
Lieu de prélèvement : Bouviers, en prairie, bordant un champ de canne à sucre

- Sols calcimorphes : Ouest de la Basse-Terre

. Sol pierreux, rocheux
. Argile montmorillonite, terre noire, grasse
. pH voisin de la neutralité
. présence de calcium
. Irrigation nécessaire

(4) Lieu de prélèvement : Géry, en prairie.

b) en Grande-Terre

Le sous-sol de la Grande-Terre est généralement constitué de calcaire. Le pH de cette région est très variable : 5,5 à -8, nous avons retenu 2 régions du Sud-Est de la Grande Terre.

- Sols calcimorphes :

(a) Les Grands-Fonds, zones de mornes et de vallées.
Calcaire ocre

pH 7-8
présence de quelques terrasses
lieu de prélèvement : Mare-Gaillard, sur morne et en vallée.

- Sols de la faille

(b) plateau du Sud-Est
ferrisols
saison sèche marquée
terre brune, rougeâtre
lieu de prélèvement : Plaine de la Simonière

2°/ Méthode de Prélèvements

Nous avons prélevé pour chaque type de sol 3 échantillons composés chacun de 3 prélèvements effectués sur une profondeur de 20 cm et en quantité avoisinant 500 g. Les prélèvements sont effectués dans un carré de 2x2 m ; les carrés ou échantillons sont distants l'un de l'autre d'une dizaine de mètres.

Les prélèvements sont homogénéisés en utilisant un mixeur-broyeur. Puis les échantillons n'ayant attendu qu'une nuit avant d'être utilisés, ont été placés dans une pièce climatisée à 18°C. Pour un stockage supérieur à 3 jours ils ont été placés à une température de 4°C.

B - Tests de nodulation

1°/ Choix des espèces-hôtes

Les 3 légumineuses suivantes ont été retenues :

- *vigna unguiculata* var. Black-eye
- *phaseolus vulgaris* PI. 109 859
- *glycine max* var. Bragg.

2°/ Culture en serre

Cet essai a pour but de piéger directement à partir des différents types de sols choisis, les *Rhizobium* autochtones spécifiques des légumineuses à étudier.

Des pots de 400 ml sont remplis de terre homogénéisée et tamisée. Pour chaque type de sol, nous avons trois répétitions par plante. Nous plaçons dans chaque pot 2 graines stérilisées selon la méthode qui sera décrite pour les nodules.

Lorsque les plants ont atteint le stade de la formation des boutons floraux, ils sont dépotés et les racines sont lavées à l'eau courante. Les nodules formés sont dénombrés. Leur taille est relevée.

Les nodules efficients reconnus à leur pigmentation rose-rouge sont ensuite dénombrés.

3°/ Cultures aseptiques

a) Stérilisation des nodules et des graines

La méthode suivante a été suivie

- Bain d'alcool à 95° pendant 1 minute (1').

- Bain dans une solution aqueuse de chlorure mercurique à 1 p. 100 pendant 2'.

- Abondants rinçages à l'eau stérile : 2 bains successifs, 2 bains de 10' chacun, et 1 bain de 30'.

Cette méthode a été retenue après des essais infructueux avec une solution d'hypochlorite de sodium à 7 p. 100.

Les nodules stériles sectionnés avec une lame de rasoir sont déposés sur des lames de verre pour microscope. Les moitiés de nodules ainsi obtenu présentant une surface interne rose-rouge sont recueillies dans des tubes à hémolyse renfermant quelques gouttes d'eau stérile.

b) Prégermination des graines

Les graines stérilisées sont mises à germer en boite de Pétri contenant du milieu au mannitol à pH 7 (WRIGHT, 1925).

Les boites de Pétri sont ensuite recouvertes de papier d'aluminium afin d'assurer une parfaite obscurité, et sont placées à température ambiante sur la paillasse (18°-20°C).

c) Culture en tubes

La culture est effectuée sur milieu solide, en gros tubes de 300 x 30 mn selon une méthode inspirée de BONNIER et BROUWERS (1958).

Dans chaque tube, on verse 40 ml de milieu Ponchon-Jensen (1954) à pH 7.

Ces tubes sont bouchés avec du coton cardé. Après une stérilisation à 115°C pendant 20 minutes, les tubes sont inclinés afin d'obtenir une légère pente lors du refroidissement du milieu.

Une graine prégermée est déposée aseptiquement dans chaque tube, avec une longue pince stérile.

Cet essai se déroulera sur une paillasse d'un laboratoire climatisé (18°C), et sous un éclairage insuffisant de 1500 lux pendant 12 heures suivi de 12 heures d'obscurité.

La partie inférieure du tube, niveau racine de la plante, doit être maintenue à l'obscurité.

L'inoculation des bactéries s'effectue lorsque les premières feuilles apparaissent.

C) Isolement des bactéries à partir des nodules.

Les nodules présentant une pigmentation rouge interne sont écrasés dans l'eau stérile (1 ml). Les cellules bactériennes, sont libérées et se retrouvent en suspension dans l'eau.

Pour mettre en évidence les bactéries, 0,1 ml de cette suspension est ensemencé avec une ose, sur la surface d'une boite de Pétri contenant du milieu YEM (HOFER, 1935).

Les cultures sont incubées dans une étuve à 27°C.

RESULTATS

A - Etude sur les sols de Basse-Terre

Les études de croissance des légumineuses *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata* ont été faites pendant les mois de Janvier, Février, Mars, et début Avril 1977, saison qui s'est révélée relativement sèche, mais non aride.

1°/ Croissance des légumineuses

Nous avons noté la croissance de la plante et l'aspect général de son système racinaire suivant les différents types de sol (tableau 1).

Tableau 1 - Croissance de *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata* en "saison favorable" suivant les différents types de sol.
(Growth of Phaseolus vulgaris and Vigna unguiculata in favourable period" according to the various types of soils).

Lieu de prélèvement du sol	*Phaseolus vulgaris*		*Vigna unguiculata*	
	Croissance de la plante	Système racinaire	Croissance de la plante	Système racinaire
(1) - Lamentin	F	a	F	a-A
(1') - Baie-Mahault	F	A	N	N
(2) - Habituée	F	A	M	a
(2') - Matouba	T. F	A	M	a
(3) - Capesterre	T. F	A	N	N-a
(3') - Bouviers	N	N	N	N
(4) - Géry	M	N	M	N

Légende : T.F. = très faible : F = faible : M = moyen ou sub-normal : N = normal ; a = assez abondant ; A = très abondant (chevelu)

Pour *Phaseolus vulgaris*, deux sites : Bouviers et Géry seraient favorables à sa culture, alors que les autres sols apparaissent dans les conditions de l'expérimentation peu propices à sa croissance et son développement.

Pour *Vigna unguiculata*, ce sont les terres de Baie-Mahault, Capesterre, Bouviers et Géry qui se montrent les plus aptes à son développement.

Cependant, nous ne pouvons pas dire qu'il y ait des terrains impropres à sa culture sauf peut-être, le sol du Lamentin.

2°/ Etude de la nodulation

a) *Phaseolus vulgaris*

Tableau 2 - Caractéristiques des nodules de *Phaseolus vulgaris* en fonction des lieux de prélèvements du sol.
(Nodule characteristics of Phaseolus vulgaris in relation with the places of soils samplings).

Lieu de prélèvement du sol	Nodules de *Phaseolus vulgaris*		
	Nombre moyen par plant	Taille	Couleur
(1) - Lamentin	10	p.m	R-b
(1') - Baie-Mahault	17	(a) p.m	R-b
(2) - Habituée	4	p.	-b
(2') - Matouba	3	(a) p.	-b
(3) - Capesterre	6	(a) p.	-b
(3') - Bouviers	24	p.m.g	R-
(4) - Géry	32	p.m.g	R--N

Légende : p = petit (diamètre 1mm) ; m = moyen (diamètre 1 à 2 mm) ;
g = gros (diamètre 2mm) ; a = accolé ; R = rouge ; b = blanc
N = noir

Comme l'avaient laissé supposer les observations sur la croissance des légumineuses, les sols de Bouviers et de Géry favorisent la nodulation chez *P. vulgaris*. Bien que le nombre des nodules ne soit pas très élevé (32-24), leur taille est souvent importante, diamètre supérieur à 2 mm (g) et révèle une couleur interne rouge. Il est à noter que quelques nodules (5 à 8) ont montré une coloration interne noir.

Nous remarquons qu'un nombre de nodule inférieur à 10 sur un système racinaire généralement abondant est très faible ; de petite taille (p) et de couleur interne blanche (b) ; ces nodules sont inefficients

L'examen des résultats avec les couples de sols : très acide - moins acide, soit de nature ferralitique : Lamentin et Baie-Mahault, soit de type halloysite : Capesterre et Bouviers, révèle une meilleure adaptation de la plante pour le sol au pH peu acide, autrement dit Baie-Mahault et Bouviers.

Cependant, les racines de *P. Vulgaris* sur le sol de Baie-Mahault présentent des nodules accolés (a) et agglutinés autour des racines, ce qui révèle la présence dans le sol de *Rhizobium* spécifique pour la plante car il y a eu induction de nodules, mais peu efficients.

Enfin, dans les sols à allophane (andosols) des régions de l'Habituée et de Matouba, caractérisés par une grande richesse en matière organique, mais où la croissance du *P. vulgaris*, est faible, il y aurait absence de *Rhizobium* spécifique.

Donc, deux types de sol peuvent être considérés comme renfermant des *Rhizobium* spécifiques et efficients pour *P. vulgaris* : Bouviers, sol à halloysite, pH = 6 ; Géry, sol calcimorphe, pH voisin de la neutralité.

b) *Vigna unguiculata*

Tableau 3 - Caractéristiques des nodules de *Vigna unguiculata* en fonction des lieux de prélèvements des sols.
(Nodule characteristics of Vigna unguiculata in relation with the places of soil samplings).

Lieu de prélèvement du sol	Nodules de *Vigna unguiculata*		
	Nombre moyen par plant	Taille	Couleur
(1) - Lamentin	45	(a) p.m	R-b
(1') - Baie-Mahault	72	p.m	R-b
(2) - Habituée	70	(a) p.m	R-b-N
(2') - Matouba	23	(a) p.	-b-
(3) - Capesterre	63	p.m.g	R-b
(3') - Bouviers	35	p.m.g	R-
(4) - Géry	32	p.m.g	R-

Même légende que pour le Tableau 2.

Il apparait que le nombre de nodules est beaucoup plus important que pour *P. vulgaris*, d'autant plus que le système racinaire de *V. unguiculata* ne s'est révélé excessif (A) dans aucun des sols étudiés. Cela laisse à penser que les *Rhizobium* spécifiques pour *Vigna* sont beaucoup plus nombreux et ubiquitaires.

Le fait que les nodules (p), blancs (b) et accolés (a), sont pas ou peu efficients, conduit à penser que les sols du Lamentin, et surtout l'Habituée et Matouba sont peu favorables à la culture du Vigna.

En revanche les sols de Capesterre, Bouviers et Géry se révèlent favorables à la nodulation des racines de Vigna, car les nodules sont gros (g) et rouge entièrement (R).

La terre de Baie-Mahault permet la formation de nodules rouges mais dont leur grand nombre allié à leur petite taille, jamais supérieure à 2 mm de diamètre, permet de penser que les *Rhizobium* rencontrés seraient moins efficients que ceux présents dans les trois sols précédents.

Enfin, comme nous l'avions déjà relevé avec *P. vulgaris*, les sols à allophanes ou andosols sont également trop riches en matière organique azotée pour permettre la symbiose Vigna-bactéries.

Donc pour *V. unguiculata* deux types de sols sont favorables à la nodulation et donc à sa culture : sols à halloysite, Capesterre et Bouviers (pH = 5-5,6 et 6) et sol calcimorphe, Géry. Les *Rhizobium* spécifiques et efficients de *V. unguiculata* supportent mieux l'acidité que ceux propres à *P. vulgaris*.

c) Influence de la saison sur la nodulation

Le tableau 4 montre que pendant les mois de Janvier, Février,

Mars, Avril 1977, les racines des légumineuses *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata* révèlent une nodulation plus importante que durant les mois de Mai, Juin et Juillet de la même année. Cette dernière période s'est avérée beaucoup plus sèche que la normale.

Tableau 4 - Nombre moyen de nodules par plant de *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata* suivant le lieu de prélèvement du sol et à deux saisons différentes : Janvier à Avril (Jan. à Avr.) et Mai à Juillet (Mai à Juil.) 1977.
(Average number of nodules per plant of Phaseolus vulgaris according to the place of soil sampling and in two different periods : from January to april (Jan à Avr.) and from May to July (Mai à Juil.) 1977).

Lieu de prélèvement du sol	Nombre moyen de nodules par plant de :	
	Phaseolus vulgaris Jan. à Avr. - Mai à Juil.	*Vigna unguiculata* Jan. à Avr. - Mai à Juil.
(1) - Lamentin	10 -	45 -
(1') - Baie-Mahault	17 2	52 17
(2) - Habituée	4 0	70 32
(2') - Matouba	3 -	23 -
(3') - Capesterre	6 4	63 13
(3') - Bouviers	24 3	35 17
(4) - Géry	32 1	32 29

Donc en plus de l'influence de la nature des sols vient s'ajouter celle des saisons et donc du climat pour l'étude de la nodulation chez les légumineuses.

B - Etude sur les sols de Grande-Terre

Les essais n'ont été réalisés qu'en saison "sèche", c'est-à-dire pendant les mois de Mai, Juin, et Juillet 1977. D'une manière générale, les légumineuses ont montré une croissance faible et lente semblable à celle des essais précédents effectués en Basse-Terre et en saison sèche.

1) *Phaseolus vulgaris*

En saison sèche la culture de *P. vulgaris* se révèle difficile ainsi que l'induction des nodules (tableau 5).

Tableau 5 - Etude des nodules et système racinaire de *Phaseolus vulgaris* en fonction des différents sites de prélèvements. (même légende que le tableau 1).
(Study of the nodules and root systems of Phaseolus vulgaris in relation with the different places of samplings (same legend as for table 1).

Lieu de prélèvement des sols	NODULES			Système racinaire des plantes
	Nombre moyen par plant	Taille	Couleur	
Mare-Gaillard - vallée	15	p.m	R-b	A
Mare-Gaillard - morne	45	(a) p.	R-b	A
Plaine Simonière - vallée	0	-	-	A
Plaine Simonière - morne	12	p.m	b-	A

Il apparait une différence très nette entre les cultures faites sur les terres de la vallée et celles des mornes. Les mornes présentaient un aspect plus caillouteux et aride.

Le sol de la Plaine Simonière ne semble pas renfermer de *Rhizobium* efficients pour *P. vulgaris*. Par contre dans le sol de Mare-Gaillard, les racines présentent des nodules à coloration interne rouge, bien que de taille assez petite.

2) *Vigna unguiculata*

Tableau 6 - Etude des nodules et système racinaire de *Vigna sinensis* dans 4 sites de Grande-Terre. (même légende que le tableau 1).
(Study of nodules and root systems of Vigna sinensis in four places of Grande-Terre (same legend as for table 1)

Lieu de prélèvement des sols		NODULES			Système racinaire des plantes
		Nombre moyen	Taille	Couleur	
Mare-Gaillard	vallée	7	p.m	R-b	A
Mare-Gaillard	morne	9	p.m	R-	A
Plaine Simonière	vallée	18	p.m.g	R-	a
Plaine Simonière	morne	2	p.	-b	A

Cette légumineuse montre également des difficultés à trouver des *Rhizobium* spécifiques et efficients autochtones. Une terre semble particulièrement favorable, c'est la région de la Plaine Simonière vallée.

Il est évident que vu l'influence des saisons sur la présence de *Rhizobium* dans les sols, ces essais seront plus probants lorsqu'ils seront effectués en "saison favorable".

Tout ce que nous pouvons dire pour l'instant, c'est que en saison sèche les sols de Mare-Gaillard conviennent mieux aux cultures de *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata*, que ceux de la Plaine Simonière, excepté peut-être le sol de la Plaine Simo-

nière vallée pour *V. unguiculata*.

C) Nodulation in vitro

Quelques essais préliminaires ont pu être réalisés. Malgré les mauvaises conditions (éclairage insuffisant, enceintes non aseptiques), nous avons pu obtenir une nodulation des racines de *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata*.

D) Caractérisation des bactéries nodulaires

1) Groupes de Rhizobium

Les colonies présentant les caractères du genre *Rhizobium* et apparues sur les boites de Pétri contenant le milieu HOFER ont été repiquées 3 fois.

Quatre types de colonies ayant conservé des caractères constants peuvent être distingués :

A - Vitesse de croissance de la colonie : 3 à 5 jours : diamètre de la colonie 1,5 à 1,8 mm environ.

I - Colonie blanche mate, non bombée.
II - Colonie blanchâtre, c'est-à-dire blanc cassé, blanc jaunâtre, mate, pas ou peu bombée.
III - Colonie blanchâtre : légèrement luisante ; peu bombée

B - Vitesse de croissance de la colonie : 7 à 10 jours ; diamètre de la colonie inférieur ou égal à 1 mm.

X - Colonie blanche, mate ; très faiblement bombée.

Les bactéries I, II, et III appartiendraient au groupe I des *Rhizobium* c'est à-dire ceux à croissance rapide, alors que la bactérie X serait rattachée au groupe II, des *Rhizobium* à croissance lente.

2) Répartition des groupes de *Rhizobium* en fonction des sites de prélèvement et des légumineuses.

Tableau 7 - Répartition des bactéries I, II, III et X isolées à partir de nodules à coloration interne rouge chez les légumineuses *Phaseolus vulgaris* (P.V.) et *Vigna unguiculata* (V.U.) en fonction des sites de prélèvement des sols.
(Distribution of bacteria I, II, III and X isolated from nodules with internal red coloration in Phaseolus vulgaris (P.V.) and Vigna unguiculata (V.U.) in relation with the places of soil samplings).

Lieu de prélèvement des sols	BACTERIES								Nodulation chez	
	I		II		III		X			
	P.V	V.U	P.V	V.U	P.V.	V.U	P.V	V.U	P.V.	V.U.
1 - Lamentin	+	+	-	+	+	+	-	+	Faible	Moyenne
1' - Baie-Mahault	+	-	-	-	+	+	-	+	Faible	Moyenne
2 - Habituée	-	+	+	+	+	-	-	+	Nulle	Moyenne
2' - Matouba	-	+	-	+	-	-	-	-	Nulle	Faible
3 - Capesterre	-	-	-	-	+	+	-	-	Très faible	Moyenne
3' - Bouviers	+	-	-	+	-	+	+	+	Moyenne	Bonne
4 - Géry	+	+	-	-	+	+	-	+	Faible	Bonne

L'examen du tableau 7 apporte plusieurs enseignements :

- La bactérie III est peu spécifique, car nous la trouvons indifféremment dans les nodules de *P. vulgaris* et *V. unguiculata*. De plus elle est omni-présente. Dans le sol de Capesterre, c'est le seul type de bactérie qui s'est révélé présent. Pour ce cas, nous remarquons qu'elle est guère favorable au développement de *P. vulgaris* (tableau 1). Mais l'efficience de cette bactérie vis-à-vis de la plante-hôte peut varier suivant la nature du sol, et celle-ci joue un rôle directement sur la croissance de la plante.

Le seul cas d'une bonne nodulation pour *P. vulgaris* est en présence des bactéries 1 et X (sol de Bouviers). Quant à *V. unguiculata* la présence du lot de bactèries II, III (?) et X provoque une bonne nodulation dans les sols de Bouviers alors que dans les sols du Lamentin ces mêmes bactéries se montrent nettement moins aptes à noduler la légumineuse. Là encore nous voyons que le problème de la nodulation repose non seulement sur la présence de bactéries spécifiques, efficientes et antochtones, mais aussi sur la nature du sol.

CONCLUSION

Phaseolus vulgaris présente une nodulation assez faible et peu efficiente. Cependant, alors qu'en région tempérée cette légumineuse ne peut être nodulée que par des *Rhizobium* à croissance rapide, nous avons trouvé, en Guadeloupe, des nodules contenant des *Rhizobium* à croissance lente. Et dans ce dernier cas, la nodulation s'est révélée efficiente. Ce résultat confirme les observations faites en Afrique (BONNIER, 1960).

L'étude d'une amélioration de la symbiose *Rhizobium - Phaseolus vulgaris* pourrait être envisagée d'abord dans les sols de Bouviers pour ensuite s'étendre aux autres types de sol. Pour cela il faudra ensemencer les bactéries sur des cultures aseptiques de *Phaseolus vulgaris* pour vérifier d'une part, qu'elles appartiennent au genre *Rhizobium* et d'autre part, pour étudier leur capacité à noduler et à fixer l'azote c'est-à-dire leur efficience (matière sèche, réduction de l'acétylène en chromatographie en phase gazeuse). Puis, des tests d'inoculation sur le terrain permettront avec une étude agronomique complémentaire (pH, éléments chimiques) de déterminer les meilleures conditions pour la symbiose *Rhizobium - Phaseolus vulgaris*.

Nous avons vu qu'il était inutile de développer une étude de "bactérisation" sur les terrains riches en matière organique, c'est-à-dire les sols à allophanes des régions de l'Habituée et Matouba où la culture des légumineuses est satisfaisante.

Vigna unguiculata : comme cela avait été signalé précédemment (CLAIRON, in OBATON 1970) cette légumineuse permet de constater que tous les types de sol renferment des *Rhizobium* qui évidemment peuvent être plus ou moins efficients. Etant donné que les nodules de cette plante se sont souvent révélés moyens ou gros et efficients, la culture de cette plante ne nécessite pas un apport supplémentaire de *Rhizobium*.

Glycine max : Nos observations se sont limitées à quelques essais de culture sur les sols de Basse-Terre et Grande-Terre, mais durant une période sèche très défavorable. En aucun lieu nous n'avons observé la formation de nodules, il est évident que des essais devraient être effectués en saison plus humide.

Notons à propos du soja que des expériences "d'inoculation" de *Rhizobium* ont donné des résultats positifs en Guadeloupe (LENCREROT, non publié).

De manière générale, les expériences faites avec un même sol prélevé à deux périodes, mettent en évidence une diminution de la nodulation durant la saison sèche et chaude (avril - juillet). Ces résultats vont dans le même sens que les observations de nombreux auteurs qui indiquent que les *Rhizobium* ne supportent pas les

températures supérieures à 34°C (MARSHALL 1964 ; PHILPOTTS 1967 ; OBATON 1970 ; DART et col. 1976).

Par ailleurs, la présence de souches produisent des nodules de coloration noire est peut-être un élément intéressant pour des études de compétitions entre souches autochtones et des *Rhizobium* très fixateurs introduits.

Ceux-ci pourraient être dans un premier temps des souches provenant de l'étranger, et choisies pour leur adaptation aux conditions pédoclimatiques locales, mais différents auteurs s'accordent à penser qu'il serait préférable de sélectionner dans les populations autochtones des souches éfficientes, hautement compétitives et persistantes dans le sol.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M.M. DUMAS, De CRECY et CLAIRON de leur aide indispensable dans la définition et le choix des sols.

M.M. ANAIS, HILL et TOUVIN pour la fourniture des graines respectivement de Haricot, Soja et Vigna.

M.M. ZINSOU et CLAIRON de leurs conseils donnés pour la rédaction de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

BONNIER (C.). - Symbiose *Rhizobium*-légumineuses : aspects particuliers aux régions tropicales. Ann. Inst. Pasteur 98, 537-556, 1960.

BONNIER (C.) & BROUWERS (L.). - Nodulation en tubes de verre, de légumineuses à grosses graines cultivées aseptiquement. Bull. Inst. Agric. Stat. Rech. Gembloux 26, 317-321, 1958.

DART (P.), DAY (J.), ISLAM (R.), DOBEREINER Johanna. - Symbiosis in tropical grain legumes : some effects of temperature and the composition of the roating medium. Symbiotic nitrogen fixation in plants ; ed. NUTMAN - Cambridge Univ. Press., 361-384, 1976.

HOFER (A.W.). - Methods for distinghuishing between legume bacteria and their most common contaminant. J. Am. Soc. Agr. 27, 228-230, 1935.

MARSHALL (K.C.). - Survival of root-nodule bacteria in dry soils exposed to high temperature. Australian Journal of Agricultural Research 15, 2, 273-289, 1964.

OBATON (M.). - Compte rendu de mission à la Station d'Agronomie de Petit-Bourg (Guadeloupe) 5 p., 1970.

OBATON (M.). - Les légumineuses tropicales : problèmes particuliers posés par la symbiose fixatrice d'azote et l'inoculation des semences. Agronomie Tropicale 29, 11, 1128-1139, 1974.

PHILPOTTS (H.). - The effect of soil temperature on nodulation of cowpea *(Vigna sinensis)*. Aust. G. exp. Agric. Anim. Husb. 7, 27, 372-376, 1967.

PONCHON (J.). - Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. Masson Ed., p. 38, 1967.

WRIGHT (W.H.). - Soil science, 20, 95-129, 1925.

RESUME

L'étude préliminaire, et très limitée, réalisée en 1976-77 est une contribution à la prospection et l'inventaire des *Rhizobium* autochtones de Guadeloupe.

La technique du piégeage par les plantes-tests : *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata*, a permis de classer différents sols de Guadeloupe en fonction de leur richesse en souches de *Rhizobium* infectieuses et efficientes (nodules à coloration rouge interne). Si la plupart des sols permettent la nodulation efficace du *Vigna*, seuls quelques-uns ont révélé la présence de souches efficientes pour le Haricot.

Signalons enfin, d'une part, la présence de souches produisant des nodules de coloration interne noire, d'autre part, l'existence de souches à croissance lente, inconnues en climat tempéré.

SUMMARY

PRELIMINARY STUDY OF *RHIZOBIUM* SPECIES IN THE PRINCIPAL SOILS OF GUADELOUPE (FRENCH WEST INDIES)

The preliminary and very limited study, undertaken in 1976-77, is a contribution to the prospecting and inventory of the autochtonous *Rhizobium* of Guadeloupe.

The trapping technics by testing plants, *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* permitted to classify different soils of Guadeloupe according to their richness in infections and efficient species (nodules with internal red coloration). If the most part of the soils permit the efficient nodulation of *Vigna*, only someones showed the presence of efficient species for *Phaseolus*.

Finally, we draw attention, on the one hand, to the presence of species producing nodules with internal black coloration, on the other hand, to slow growth species unknown in temperate climate.

RESUMEN

ESTUDIO PRELIMINARIO DE LOS CEPAS DE *RHIZOBIUM*
EN LOS PRINCIPALES SUELOS DE GUADELOUPE (ANTILLAS FRANCESAS)

El estudio preliminario y muy limitado, realizado en 1976-77 es una contribución a la busqueda y al inventario de los *Rhizobium* autoctonos de Guadeloupe.

La tecnica de capturación por plantas indicadoras, *Phaseolus vulgaris* y *Vigna unguiculata* permitió de clasificar diferentes suelos de Guadeloupe según su riqueza en cepas de *Rhizobium* infectiosas y eficientes (nodulos de coloración interna roja). Si la major parte de los suelos permiten la nodulacion eficaz del *Vigna*, solamente algunos evidenciaron la presencia de cepas eficientes para el *Phaseolus*.

Finalmente, señalemos, por un lado, la presencia de cepas produciendo nodulos de coloración interna negra, por otro lado, la existencia de cepas de crecimiento lento desconocidas en clima templado.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 115-122, 1978.

QUELQUES ASPECTS PRATIQUES DES TRAITEMENTS NEMATICIDES

A. CUANY(°) - A. ANAIS(°°)

I - INTRODUCTION

Les traitements nématicides par fumigation préventive des sols sont essentiellement pratiqués dans les cultures sous serre, les pépinières et le vignoble des pays tempérés. Quelques nouvelles substances autorisent maintenant l'intervention sur les cultures industrielles du type bananiers ou betterave sucrière. Le coût et les difficultés d'emploi des fumigants traditionnels ont longtemps limité leur développement dans les conditions tropicales. Le conditionnement des substances toxiques actives sous forme de granulés laisse maintenant penser à de plus amples possibilités d'utilisation. Cependant des restrictions d'ordre législatif dues à la toxicologie de celles-ci sont autant de paramètres supplémentaires venant compliquer les facteurs de décision.

II - L'ANALYSE NEMATOLOGIQUE

Le professionnel doit toujours avoir à l'esprit que les nématodes ne manifestent pas toujours leur présence par des symptômes spécifiques sur la plante qu'ils agressent. Il est fortement recommandé de s'assurer avant toute intervention coûteuse de la responsabilité des nématodes dans la dépréciation des cultures et de l'opportunité d'un traitement.

Un laboratoire d'Analyse Nématologique est à la disposition des agriculteurs à l'INRA des Antilles et de la Guyane. Le prélèvement et le conditonnement des échantillons de sol et de plantes soupçonnés nécessitent un minimum de précautions. L'analyse porte sur un échantillon d'un kilogramme environ de sol frais et humide issu de plusieurs mini-prélèvements, effectués dans la zone supposée malade. De la même manière un autre échantillon (témoin) est prélevé dans la zone saine. Les échantillons ainsi recueillis seront numérotés et, au besoin, conservés au réfrigérateur ou envoyés au laboratoire d'analyses dans les plus brefs délais sous emballage plastique, avec tous les renseignements susceptibles d'éclaircir la recherche analytique (nature de la culture, symptômes observés, etc. voir annexe 1). Nous insistons sur l'inutilité de prospecter un terrain débarrassé de toute culture : l'analyse, dans ce cas, ne peut être qu'incomplète. L'idéal est de définir l'état sanitaire d'un sol en présence d'une culture identique à celle qui est projetée.

III - LES TRAITEMENTS

En présence d'une espèce dangereuse de nématodes (figure 1), la décision d'une intervention dépend de plusieurs éléments : le type de nématicide à utiliser, des possibilités d'intervention.

(°) Station de Recherches sur les Nématodes - ANTIBES

(°°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

A - Les différentes catégories de nématicides

1) Précurseurs de fumigants

Isothiocyanate de méthyle : Dazomet
: Métamsodium

2) Fumigants

Organohalogénés purs : Dibromoéthane
: Produits à base de dichloropropène

Organohalogénés en mélange : Dichloropropane + Dichloropropène + Isothiocyanate de méthyle.

3) Produits de contact ou systémiques

Carbamates : Aldicarbe
Oxamyl

Dans l'éventualité où la culture n'est pas encore installée, de nombreux composés chimiques peuvent être mis en oeuvre. Indépendamment du prix, le choix de l'un d'entre eux dépend de quelques facteurs essentiels :

- La toxicité. La plupart des fumigants et précurseurs de fumigants, dont nous donnons les caractéristiques dans le tableau I, sont phytotoxiques et seront par conséquent, employés sur un sol nu. La culture ne peut être mise en place qu'après disparition totale de toutes les vapeurs toxiques résiduelles.

- Les conditions climatiques. Dans les conditions climatiques de la Guadeloupe (en dehors des périodes très pluvieuses) et aux doses d'emploi rappelées dans le tableau I, l'évaporation et la dégradation des fumigants demandent environ trois à quatre semaines. On peut cependant envisager un traitement au bromure de méthyle sept à dix jours avant les plantations, mais l'application de ce produit ne peut être réalisée que par des particuliers ou des entreprises agréees par le Ministère de l'Agriculture. Il n'est rentable que sur les cultures très rémunératrices.

- Le mode d'action. A l'instar des fumigants qui tuent par contact les œufs et les larves de nématodes dans le sol, un certain nombre de nématicides organophosphorés présentent une action efficace, quoique moins brutale, et peuvent alors s'utiliser au moment même des plantations. C'est le cas de l'Ethoprophos (Mocap) contre les trois nématodes principaux du bananier : *Rotylenchulus reniformis*, *Helicotylenchus multicinctus* et *Radopholus similis*.

Les nématicides appartenant à la famille chimique des carbamates agissent différemment des précédents et provoquent rarement la mort des nématodes aux doses courantes d'utilisation. Ils diffèrent dans le temps les éclosions du parasite, inhibent momentanément les mouvements des stades larvaires infestants, empêchent bien souvent l'invasion radiculaire et diminuent la fertilité des femelles rescapées. Comme les organophosphorés, leur utilisation est possible au moment des plantations.

B - Modes d'utilisation

Les nématicides fumigants sont des liquides qui doivent obligatoirement être injectés dans le sol où ils pourront se vaporiser et diffuser par leurs propres moyens dans un certain volume. On bénéficie dans ce cas des potentialités de diffusion de ces substances et de la possibilité de les utiliser sur toutes cultures, mais en revanche leur application nécessite un matériel particulier.

L'industrie propose plusieurs types d'applicateurs manuels (pals injecteurs) ou tractés. La dispersion des précurseurs des fumigants (métamsodium ou vapam ; dazomet ou basamid ou encore fongcsan) dans le sol nécessite soit un fluide de transport, soit une incorporation mécanique, mais ne demande pas un appareillage adapté. L'épandage des solutions émulsifiées de métam sodium et des microgranulés de dazomet peut s'effectuer respectivement par des rampes de pulvérisation disposées au ras du sol ou par des distributeurs d'engrais pré-réglés en fonction de la dimension des granulés ou encore par des distributeurs spéciaux du type de celui proposé par HOSTINE FARMERY. L'incorporation peut s'envisager par arrosage dans le cas du métam sodium ou par le passage d'un simple rotavator ou d'une herse vibrante dans le cas du dazomet.

Les nématicides organophosphorés (ethoprophos ou mocap) sont généralement peu solubles si bien que leur action de contact ne peut se manifester qu'après avoir été incorporés dans l'épaisseur arable. Ceci pose des problèmes lorsqu'on veut utiliser ces substances toxiques sur des cultures plantées à des distances rapprochées ou à végétation touffue. Cependant, leur très faible solubilité est un atout du point de vue toxicologique, du fait de leur très faible pouvoir systémique. C'est pourquoi l'éthoprophos est autorisé en bananeraie sans restriction d'emploi. L'extension de son utilisation en cultures maraichères est en cours d'instruction.

Le phénamiphos (némacur) (autre nématicide organophosphoré) présente en plus de son action de contact, des propriétés endothérapiques qui prouvent sa possibilité de pénétrer dans les plantes. Son emploi interdit la fréquentation des bananeraies par les animaux domestiques durant six semaines pour des raisons toxicologiques. Des accidents ont été signalés (chats...).

Les carbamates très solubles (aldicarbe, oxamyl) ne doivent pas être nécessairement incorporés au sol. Un simple épandage suivi d'un léger bassinage, libère la matière active qui sera absorbée, véhiculée et accumulée dans les tissus végétaux et les parties consommables. La toxicité élevée de ces produits et de leurs métabolites en interdit l'emploi sur toutes les cultures consommables. Seules les cultures consommables. Seules les cultures ornementales, florales et les plants de pépinières, peuvent être traités par ces composés.

C - Quelques conseils pratiques

Dans tous les cas il est indispensable :

- de traiter dans un sol très meuble préalablement labouré et finement émietté et de préférence avant l'introduction de la fumure organique.

- de bien se conformer aux indications données par les fabricants en ce qui concerne les températures optimales d'emploi des fumigants et la nature des cultures à traiter. Les produits bromés, en effet, ne sont pas supportés par les espèces végétales appartenant aux familles des Liliacées et des Caryophyllacées (oignons et oeillets, par exemple). Un sol trop humide au moment des traitements empêche la diffusion des fumigants et dilue la concentration des carbamates solubles. Un sol trop sec retient vigoureusement des liquides introduits et diffère leur vaporisation et, par conséquent, leur action. Le meilleur critère d'humidité convenable reste celui d'une "terre bonne à travailler".

- l'expérience montre qu'il est utopique de vouloir assainir définitivement une terre contaminée et que la recolonisation d'un nématode donné est d'autant plus rapide que la culture introduite est un hôte favorable. On recherche de plus en plus dans la pratique, notamment sur les plantes à "cycle court", à protéger la culture dans sa phase végétative initiale, durant laquelle elle est particulièrement vulnérable. Il ne faut jamais oublier non plus que le sol est le milieu de conservation d'une faune et d'une flore utiles et que l'introduction de tout pesticide bouleverse son équilibre. De plus, l'intérêt d'un traitement s'amoindrit au fur et à mesure de sa répétition sur un terrain donné. On recommande, pour ces raisons, la localisation

des traitements de part et d'autre des lignes de culture, si elles sont suffisamment espacées, et on déconseille dans la mesure du possible la multiplication des applications sur une même parcelle. La rentabilité d'un traitement devra être recherchée dans la rotation pratiquée.

- le cas des plantes pérennes, qui demandent une protection plus soutenue dans le temps, mérite une attention particulière. Ceci pose le problème des possibilités de lutte curative et de la cadence des traitements.

Il est en fait délicat, dans le cas des nématodes, de parler de lutte curative au sens strict du terme. On y inclut toute intervention chimique pouvant être réalisée sur une culture en place. L'action proprement dite pouvant se situer au niveau du sol ou au niveau de la plante contaminée sans nécessairement éliminer le parasite.

Dans l'ensemble, il est plus difficile d'enrayer une contamination existante que d'intervenir par voie préventive. Les interventions se répercutent souvent sur les générations ultérieures du ravageur, si bien que la réponse du végétal n'est pas immédiate. Le nombre de traitements requis pour le rétablissement de la culture est variable et dépend de l'ancienneté et de l'ampleur de l'attaque.

Ainsi, sur rosiers et en présence de *Pratylenchus vulnus* et de *Meloidogyne hapla*, deux applications annuelles d'aldicarbe ou d'oxamyl à raison de 10 kg de matière active à l'hectare sont nécessaires.

IV - CONCLUSION

Chaque culture et chaque nématode constitue un cas particulier devant faire l'objet de recherches préliminaires sur le choix du nématicide, les dates et la cadence des applications.

Les nématodes pouvant être introduits par des plants ou des semences contaminés, ainsi que par des apports malencontreux de compost infesté, on devra contrôler en priorité les pépinières qui sont des sources initiales de dissémination.

En combinant à un traitement bien fait ces mesures préventives et une rotation plus rationnelle, la désinfection du sol devient une opération utile et souvent rentable.

Tableau I - Principales caractéristiques des nématicides commercialisés
(Main characteristics of the commercialized nematicides)

Classification	Familles chimiques	Noms	Spécialités commerciales	Doses homologuées	Effets secondaires	Limites d'emploi
I - Précurseurs de fumigants	Isothiocyanate de méthyle	Dazomet	Basamid Fongosan	50 à 70 g.de granulés/m^2	herbicide fongicide	Autorisé sur toutes cultures. Utilisable 21 à 30 jours avant les plantations.
		Métamsodium	Vapam Maposol	600 kg matière active/ha	herbicide fongicide	Autorisé sur toutes cultures. Utilisable 21 à 30 jours avant les plantations.
II - Fumigants	Organohalogénés purs	Bromure de méthyle	Brom O gaz BM 2C	50 à 75 g/m^2	herbicide fongicide	Autorisé sur toutes cultures mais à éviter sur liliacées et caryophyllacées. Utilisable 7 à 10 jours avant les plantations.
		Dibromoéthane	Styrofume fuméphyt Kuhlman DBP 85	Doses différentes selon la spécialité (cf. notice du fabricant)		Autorisé sur toutes cultures mais à éviter sur liliacées et caryophyllacées. Utilisable 21 à 30 jours avant les plantations
			Shell DD Vidosol D Anéma Sepisol Shell DD 92 Dedisol C Maxilone Télone	170 à 500 l/ha de dichloropropène respectivement en cultures maraichères et fruitières		Autorisé sur toutes cultures. Utilisable 21 à 30 jours avant les plantations.

Tableau 1 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES NEMATICIDES COMMERCIALISES (suite)
(Main characteristics of the commercialized nematicides-continuation)

Classification	Familles chimiques	Noms	Spécialités commerciales	Doses homologuées	Effets secondaires	Limites d'emploi
	Organohalogénés en mélange	Dichloropropène + Dichloropropane	Dorlone 500 Dorlone 600	208 à 500 l/ha selon les cultures		Se reporter aux composants du mélange
		Dichloropropène + Isothiocyanate de méthyle	Ditrapex	300 à 500 l/ha selon les cultures	herbicides fongicide	Se reporter aux composants du mélange
III - Produits de contact ou systémique	Organophosphorés	Ethoprophos	Mocap 10 granulés Mocap 20 CE	6 à 10 kg/ha de matière active	insecticide	Autorisé sur bananiers et pomme de terre de consommation. Utilisable au moment des plantations ou durant la culture.
		Phénamiphos	Némacur 5	2,5 kg/ha	insecticide	Autorisé sur bananiers. Eloigner le bétail des zones traitées pendant 4 à 6 semaines après l'application. Utilisable au moment des plantations ou durant la culture.
IV - Produits systémiques	Carbamates	Aldicarbe	Témik	5 à 10 kg/ha de matière active	insecticide	Autorisé en cultures ornementales et florales et sur pépinières. Utilisable au moment des plantations ou durant la culture.
		Oxamyl	Vydate	5 à 10 kg/ha de matière active	insecticide	Autorisé en cultures ornementales et florales. Utilisation au moment des plantations ou durant la culture.

Tableau 1 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES NEMATICIDES COMMERCIALISES (suite)
(Main characteristics of the commercialized nematicides-continuation)

Classification	Familles chimiques	Noms	Spécialités commerciales	Doses homologuées	Effets secondaires	Limites d'emploi
	Organohalogénés en mélange	Dichloro-propène + Dichloro-propane	Dorlone 500 Dorlone 800	208 à 500 l/ha selon les cultures		Se reporter aux composants du mélange
		Dichloro-propène + Isothiocy-anate de méthyle	Ditrapex	500 à 500 l/ha selon les cultures	herbicides fongicide	Se reporter aux composants du mélange
III - Produits de contact ou systémique	Organophosphorés	Ethopro-phos	Mocap 10 granulés Mocap 20 CC	6 à 10 kg/ha de matière active	insecticide	Autorisé sur bananiers et pomme de terre de consommation. Utilisable au moment des plantations ou durant la culture.
		Phénami-phos	Némacur 5	2 à 5 kg/ha	insecticide	Autorisé sur bananiers. Eloigner le bétail des zones traitées pendant 4 à 5 semaines après l'application. Utilisable au moment des plantations ou durant la culture.
IV - Produits systémiques	Carbamates	Aldicarbe	Témik	5 à 10 kg/ha de matière active	insecticide	Autorisé en cultures ornementales et florales et sur pépinières. Utilisable au moment des plantations ou durant la culture.
		Oxamyl	Vydate	5 à 10 kg/ha de matière active	insecticide	Autorisé en cultures ornementales et florales. Utilisation au moment des plantations ou durant la culture.

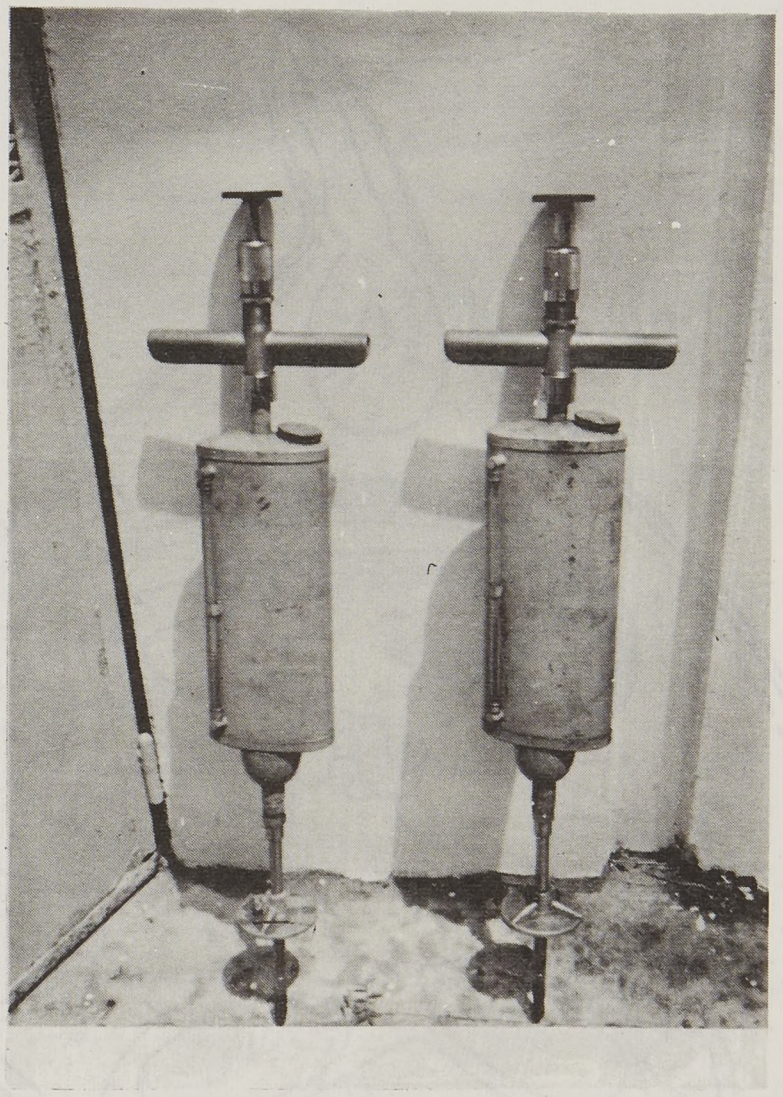
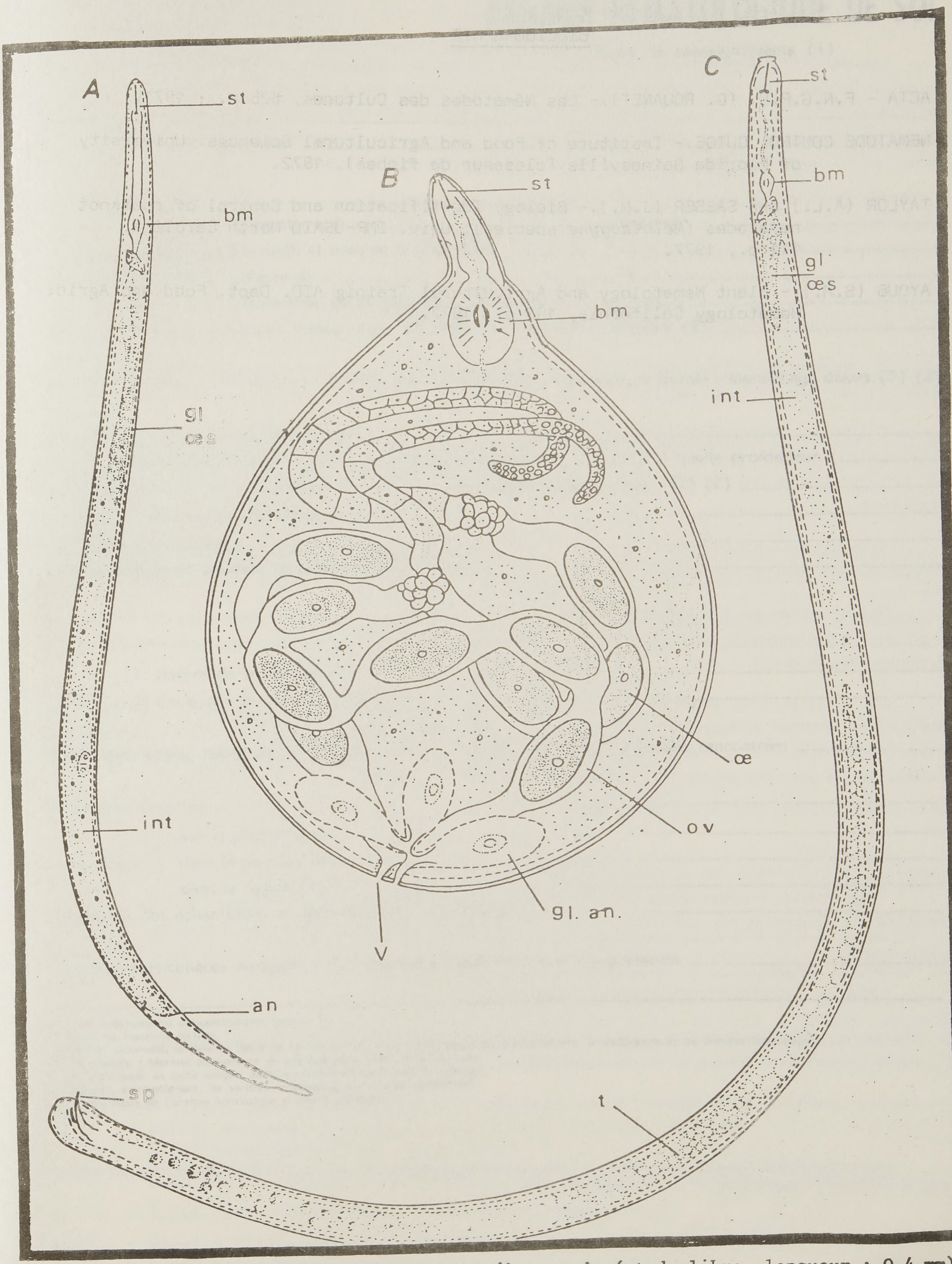


Figure 2 - Pals injecteurs permettant l'application manuelle de fumigants liquides dans un sol infesté.

Figure 1 - Espèce de nématodes remarquable par les dégâts infligés à la plante hôte : *Meloidogyne incognita* ou nématodes des galles racinaires.



: *Meloidogyne* sp. A- Larve de deuxième stade (stade libre, longueur : 0,4 mm)
B- Femelle adulte (diamètre : 0,4 mm)
C- Mâle adulte (longueur : 1,6 mm)

BIBLIOGRAPHIE

ACTA - F.N.G.P.C. (G. ROUANET).- Les Nématodes des Cultures, 826 p. ; 1971.

NEMATODE CONTROL GUIDE.- Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida Gainesville (classeur de fiches), 1972.

TAYLOR (A.L.) and SASSER (J.N.).- Biology Identification and Control of rootknot nematodes *(Meloidogyne* species). Univ. IMP-USAID North Carolina, 111 p., 1977.

AYOUB (S.M.).- Plant Nematology and Agricultural Trainig AID. Dept. Food and Agric. Nematology California, 157 p., 1977.

CENTRE DE RECHERCHES D'ANTIBES

STATION DE RECHERCHES
SUR LES NÉMATODES

123, BOULEVARD DU CAP
ANTIBES (06) - B. P. 78

TÉL. (16-93) 34.75.60

Date de réception .....

(à remplir par le laboratoire)

EXAMEN NEMATOLOGIQUE DE SOL

Fiche de renseignements (1)

Date du prélèvement .....

Nom et adresse de l'Agriculteur .....

Facture à adresser à .....

Situation géographique du terrain étudié
- Département ..... Commune .....
- Lieu-dit et nom de la propriété .....
- Route de ..... à .....
- Superficie de la parcelle .....

Situation : Coteau - Terrasses - Plaine - Fond de vallée - La détailler si possible (2) .....

Nature de la culture : Polyculture - Arboriculture - Viticulture - Horticulture florale - Maraîchage divers (2) (3) .....

Profondeur du sol et nature du sous-sol .....

Le terrain a-t-il été défoncé ? ..... En quelle année ? ..... A quelle profondeur ? .....

Aspect physique du sol : Compact - Lourd - Meuble - Léger - Battant, etc... (2) (7) .....

Humidité : Insuffisante - Normale - Excessive (2) .....

Possibilités d'irrigation .....

Cultures pratiquées pendant les cinq dernières années (3) .....

Engrais :
- 1° Nature de la dernière fumure .....
- 2° Cycle des fumures précédentes .....

Rendement obtenu, observations diverses et, le cas échéant, difficultés culturales rencontrées .....

Symptômes observés .....

Localisation
- sur la plante (4) .....
- dans la parcelle (5) .....
- dans la région (6) .....

Désignation des échantillons et déterminations à effectuer .....

Questions particulières auxquelles doit répondre l'analyse et son interprétation .....

---

(1) Fiche accompagnant obligatoirement l'échantillon.
(2) Rayer les mentions inutiles.
(3) Préciser la variété, la date du début de la culture, son stade phénologique et, éventuellement, le porte-greffe et les cultures intercalaires.
(4) Par exemple : nécroses ou présence de nodosités anormales sur les racines.
(5) Par pied isolé, en tache unique, multiples, extension centrifuge ou orientée.
(6) Indiquer, éventuellement, les variétés indemnes et les variétés contaminées.
(7) Joindre copie de l'analyse agrologique si elle a été faite.

Les nématodes phytoparasites qui attaquent les racines des végétaux sont surtout localisés dans la région de sol où le chevelu est le plus abondant. Les prélèvements doivent être faits à des profondeurs variables selon les cultures et les types de sols, c'est-à-dire, par exemple, superficiel (0-20 cm) quand il s'agit de fraisiers ou de salades et profondes pour des plantes pérennes comme la vigne ou les arbres fruitiers (30-50 cm). Si le prélèvement est fait après un labour on tiendra compte du bouleversement des couches.

Pendant la végétation, les anguillules se rassemblent au voisinage des racines et leur population n'est jamais homogène dans le sol. L'échantillon doit donc être constitué par la somme d'un assez grand nombre de petits prélèvements individuels de 25 à 50 grammes chacun, effectués au moyen d'une gouge ou d'un transplantoir. Si les prélèvements individuels sont plus importants, leur nombre doit rester le même (30 à 40), quitte ensuite à ne prendre qu'une partie de leur mélange. Incorporer également une certaine quantité de radicelles de la ou des cultures attaquées.

Les nombre de prélèvements individuels constituant l'échantillon peut être moins élevé quand on étudie seulement des taches à végétation déficiente dans une culture.

On doit transmettre l'échantillon le plus rapidement possible au laboratoire dans un sac plastique pour éviter toute dessication. En cas de retard, il faut le conserver au frais. En cas d'expédition, il faut placer le sac plastique fragile dans un autre emballage, s'il y a plusieurs terres mettre un numéro de référence sur chaque sac.

Dans tous les cas, l'échantillon de sol doit renfermer des radicelles ou même quelques végétaux entiers lorsque cela est possible.

Si l'échantillon est mal prélevé ou mal transmis, l'analyse ne signifie rien. L'observation des instructions ci-dessus est indispensable pour que l'on puisse se rendre compte, par l'analyse, de toutes les anguillules présentes dans la parcelle.

N.B. — Néanmoins, certaines espèces endoparasites peuvent échapper aux examens, notamment les **Meloidogyne,** dont on ne trouve les larves libres dans le sol qu'à certaines périodes de l'année (nécessité de bien décrire l'aspect des racines de la culture endommagée). **Il est indispensable de bien remplir la fiche de renseignements** pour que les résultats puissent être interprétés valablement.

TARIF DES ANALYSES

La somme à verser devra être le total des examens demandés majoré d'une T.V.A. de
(calculée sur ce total et non sur le tarif individuel de chacun d'eux pour éviter des erreurs de décimales)

— Recherches, détermination et numération des **Heterodera** à kystes ou recherche des endoparasites dans les racines .....

— Examen systématique de la faune des nématodes actifs avec détermination des groupes génériques (notamment analyse de sol de vignobles) .....

— Examen complet du sol et racines (vergers, pépinières et maraîchages) .....

Les échantillons doivent être remis au laboratoire ou expédiés par colis postal domicile, port payé, accompagnés d'un lettre explicative et du montant des frais.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 133-135, 1978.

ETUDE DES TENEURS EN ELEMENTS METALLIQUES MAJEURS ET MINEURS DES EAUX LITTORALES ATLANTIQUES DE LA MARTINIQUE

J. MARTINET[°] - P. HOCQUELLET[°°]
C. SAINT FELIX[°°°] - O. SOBESKY[°°°°]

Deux stations de la côte atlantique de l'île (Figure 1) ont été sélectionnées :

- le havre du Robert, baie largement ouverte à la houle atlantique et parcourue par un courant littoral,
- l'anse de Massy-Massy, baie fermée à marée basse et alimentée par des eaux provenant du lagon dans lequel elle s'ouvre à marée haute.

Ces études ont été menées en parallèle avec celles des sels nutritifs et des chlorophylles (MARTINET, 1977) durant l'année 1976.

I - METHODES ET TECHNIQUES

Les cations ont été dosés par spectrométrie d'absorption atomique. Les échantillons sont d'abord filtrés sur GF/C Whatman puis acidifiés par HNO_3.

Pour les cations majeurs (Na, K, Mg, Ca), après dilutions convenables, les analyses ont été faites à l'I.N.R.A. de Guadeloupe en utilisant un appareil Beckman, modèle 1301 (S A A avec flamme).

Les éléments :

- traces ont été extraits par des solvants non miscibles à l'eau de complexes organiques des métaux formés à pH convenable.
- complexes de Co et Ni avec l'ammonium pyrrolidinedithiocarbamate (A P D C), à pH 6, extraits au moyen de chloroforme,
- complexes de Mn, avec le diéthylammonium NN diéthyldithiocarbamate (D E A) à 2 % dans le chloroforme, à pH 5 - 6.
- complexes de Cr, Cu, Cd, Hg et Pb avec le D E A à 1 % dans le chloroforme à pH 1,5 - 2. Cette dernière méthode doit faire l'objet d'une publication (HOCQUELLET).

Ces éléments ont ensuite été analysés par S A A en four graphite (appareil Perkin Elmer, modèle, 420 avec enregistreur, arc au deutérium et four graphite H G A 76), au Laboratoire Municipal de la Ville de Bordeaux.

(°) - U.E.R. Sciences Exactes et Naturelles, C.U.A.G., B.P. 592
97167 - Pointe-A-Pitre (Guadeloupe)

(°°) - Laboratoire Municipal de Bordeaux, rue du Professeur Vèzes, 33000 BORDEAUX

(°°°) - I.S.T.P.M., Pointe Fort, 97231 ROBERT (Martinique)

(°°°°) - Station d'Agronomie I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos,
97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)

II - RESULTATS

1°/ Eléments majeurs (en surface)

Na, K, Mg et Ca interviennent dans les processus d'ionorégulation ou de constitution des tissus des organismes vivants, leur rôle physiologique est donc très important.

Les moyennes de leurs teneurs, en Martinique, sont bien inférieures à celles indiquées par MARTIN (1972) en particulier pour Mg et Ca (tableau 1) et les maxima les atteignent à peine.

Nous avons vu que les salinités sont fortement influencées par les apports des fleuves d'Amérique du Sud (MARTINET et al., 1976), cependant, même en tenant compte de ce facteur, les concentrations en éléments majeurs semblent anormalement faibles.

La pauvreté plus marquée en calcium et magnésium de cette zone corallienne résulterait de leur utilisation intense par certains organismes pour en faire des carbonates solides.

Les éléments majeurs évoluent de façon parallèle (figures 2 et 3), dans des rapports voisins de ceux relevés dans la littérature. Par exemple, le rapport Ca/Mg, dont la moyenne est 0,32 (tableau 1) varie de 0,29 à 0,43, la plupart des valeurs étant proches de 0,32.

Les concentrations des quatres cations sont légèrement plus importantes au Robert qu'à Massy-Massy alors que c'est l'inverse pour les sels nutritifs (sauf les nitrates). La raison est sans doute la même : Massy-Massy est une baie presque fermée. Le lessivage des terres, les apports d'eau douce, même s'ils sont en général peu importants, s'y font davantage sentir qu'au havre du Robert.

2°/ Eléments - traces (en surface)

Le rôle enzymatique joué par les éléments-traces nécessaires à la vie est primordial ; leur caractère nocif est souvent dû à leur action sur certaines protéines qu'ils dénatureraient.

Compte tenu de nos moyens financiers et de l'importance biologique de ces deux métaux nous avons étudié essentiellement le manganèse et le cuivre.

Pour les autres, tels que Cr, Co, Ni, Cd, Hg et Pb, quelques teneurs ont été déterminées. Elles vont nous permettre certaines comparaisons et une meilleure connaissance de la situation actuelle.

Les concentrations moyennes ont été calculées en éliminant les valeurs trop élevées, sans doute dues à des contaminations lors des prélèvements ou des analyses.

a) Manganèse et cuivre

Leurs teneurs moyennes sont respectivement de 4,5 et 3,5 µg/l ce qui correspond à de fortes valeurs littorales (SLOWEY, HOOD, 1971).

A ces concentrations, le manganèse n'est sans doute pas un facteur limitant, pas plus que toxique (WETTERN et al, 1976).

Par contre le cuivre pourrait être gênant ; il y aurait possibilité d'inhibition :

- de la photosynthèse et de la respiration (CEDENO-MALDONADO, 1973)
- de la synthèse de la nitrate-réductase et de la fixation d'azote (HARRISON et al, 1977).

- de la fixation de la silice par les algues (GOERING et al, 1977)

Mn et Cu présentent des variations parallèles (figure 4), mais aucune relation n'a été mise en évidence avec les éléments majeurs ou avec les principaux sels nutritifs (MARTINET, 1977).

Toutefois, manganèse et ions silicates semblent évoluer de la même façon. Silice et manganèse pourraient avoir des origines voisines. Ces variations pourraient encore traduire une relation entre silice et cuivre (déjà reconnu inhibiteur), non apparente pour cette étude limitée dans le temps.

b) Cr, Co, Ni, Cd, Hg et Pb

Les teneurs moyennes (tableau 2) du chrome (0,5 µg/l) et du nickel (1,9 µg/l) correspondent à celles indiquées par RILEY, CHESTER (1971) pour Cr, BREWER, SPENCER (1975) pour Cr et Ni par ALBERTS et al (1976) pour Ni.

Celles du cobalt (0,3 µg/l) et du cadmium (0,7 µg/l) semblent fortes. Mais elles sont comprises dans les intervalles de concentrations notés par SPENCER, BREWER (1969) pour le cobalt et ALBERTS et al (1976) pour le cobalt et le cadmium. Ces derniers auteurs précisent d'ailleurs que les valeurs les plus fortes sont trouvées au littoral.

La teneur moyenne du plomb (1,5 µg/l) est sans doute très élevée malgré celle de 4 µg/l rappelée par PINTA (1971).

En effet, CHOW, PATTERSON (1966) ne notent que des valeurs de 0,14 à 0,42 µg/l au littoral des Bermudes (lagon et port). Il est possible qu'il y ait eu une contamination lors du prélèvement.

Les concentrations en mercure sont voisines ou inférieures à 0,2 µg/l, valeurs normales pour des eaux non polluées (FITZGERALD et al, 1974).

Le nombre d'analyses (voir figures 5 et 6) n'a pas été assez important pour permettre des calculs de coefficients de corrélation. Cependant les figures 4 et 6 font penser que les concentrations en manganèse, cuivre, cadmium et plomb évoluent de la même façon, les plus fortes valeurs correspondant aux périodes sèches. Cela pourrait signifier que ces éléments sont fixés d'une façon appréciable, lors des périodes pluvieuses qui favorisent les poussées phytoplanctoniques (MARTINET et al, 1976). Cette remarque est à rapprocher de celle de KNAUER, MARTIN (1973) qui constatent une diminution de la concentration en cadmium durant les périodes de forte production primaire.

Tableau 1 - Teneurs des éléments majeurs et rapport Ca/Mg en Martinique comparés aux résultats pour des eaux de salinité 35 ‰, de MARTIN (1972). Le rapport 0,32 a été calculé d'après les valeurs des concentrations indiquées par cet auteur.
(Major elements contents and Ca/mg ratio in Martinica compared with results of 35 per 1000 salinity waters, MARTIN (1972). The 0.32 ratio was calculated according to the concentration values given by this author).

	Na	K	Mg	Ca	Ca/Mg
Martin (1972) (teneurs en g/kg) eaux de salinité 35 ‰	10,76	0,387	1,294	0,413	0,32
Présent travail (teneurs en g/l)	3,6 - 10,6	$0,04_5$ - 037_6	$0,14_6$ - $1,21_5$	$0,05_5$ - $0,35_0$	
moyennes :					
Robert	6,5	$0,20_0$	$0,62_1$	$0,19_1$	
Massy-Massy	6,3	$0,19_2^0$	$0,58_0$	$0,18_8$	
moyennes générales	6,4	$0,19_6$	$0,59_8^0$	$0,18_9$	0,32

Tableau 2 - Teneurs moyennes des éléments - traces en µg/l en Martinique
(Average contents of trace elements (in µg) in Martinica)

Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Cd	Hg	Pb
0,5	4,5	0,3	1,9	3,5	0,7	$\leq$ 0,2	1,5

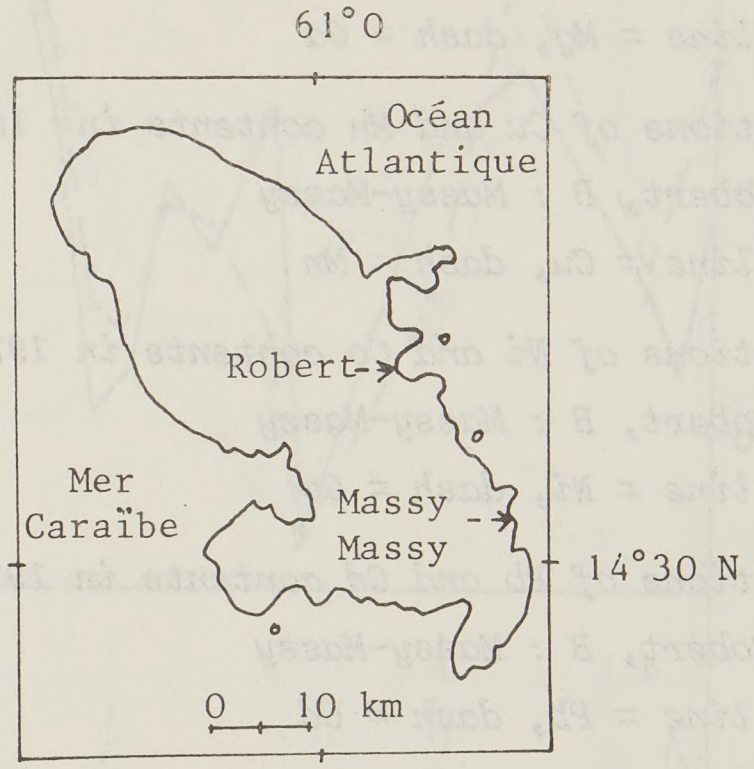


Figure 1 - Carte de la Martinique

Figure 2 - *Variations of Na and K contents in 1976*

A : Robert, B : Massy-Massy

Full line = Na, dash = K

Figure 3 - *Variations of Mg and Ca contents in 1976*

A : Robert, B : Massy-Massy

Full line = Mg, dash = Ca

Figure 4 - *Variations of Cu and Mn contents in 1976*

A : Robert, B : Massy-Massy

Full line = Cu, dash = Mn

Figure 5 - *Variations of Ni and Co contents in 1976*

A = Robert, B : Massy-Massy

Full line = Ni, dash = Co

Figure 6 - *Variations of Pb and Cd contents in 1976*

A : Robert, B : Massy-Massy

Full line = Pb, dash = Cd

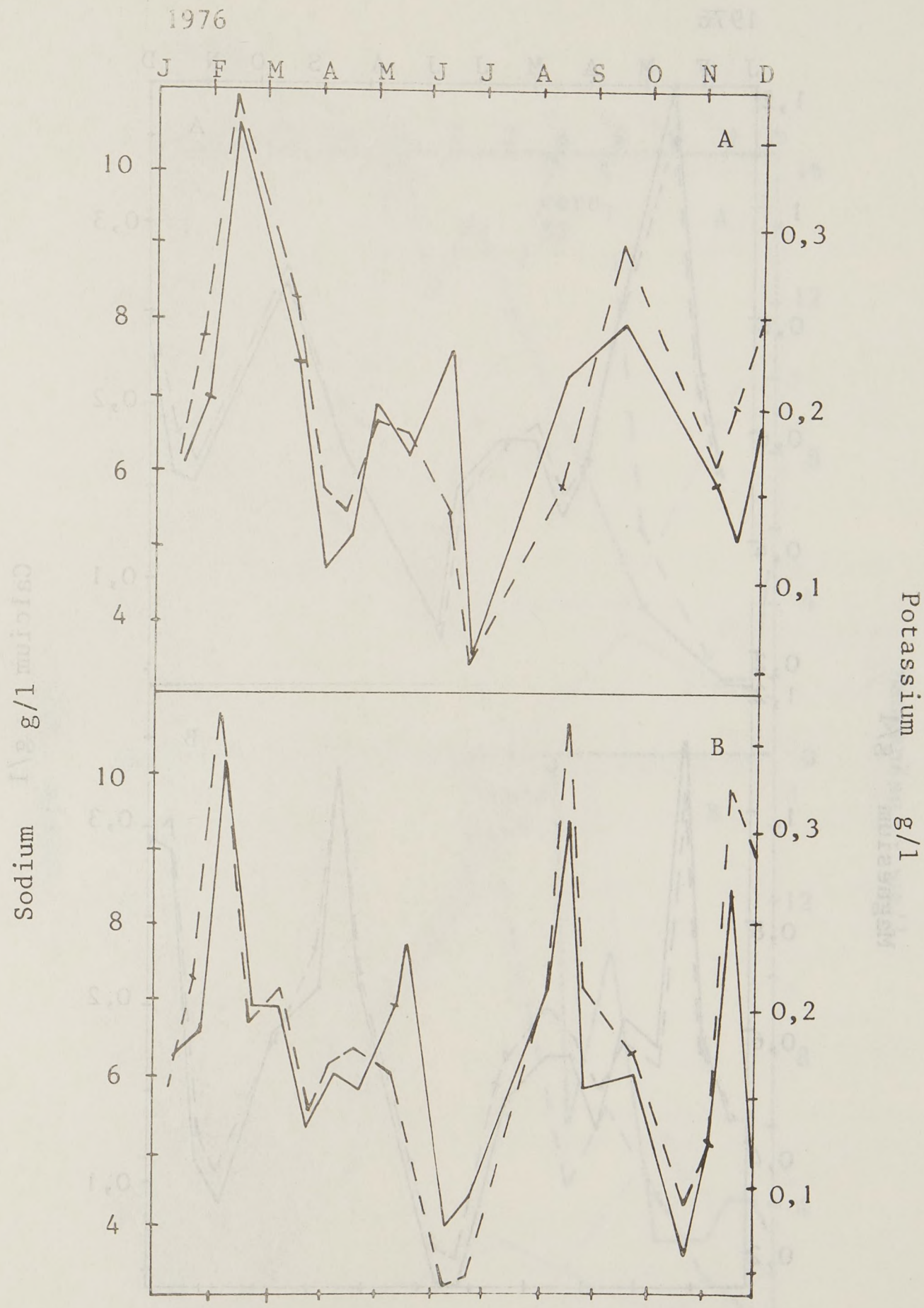


Figure 2 - Variations des teneurs en sodium et potassium en 1976
A : Robert, B : Massy-Massy
Trait plein : sodium, tireté : potassium

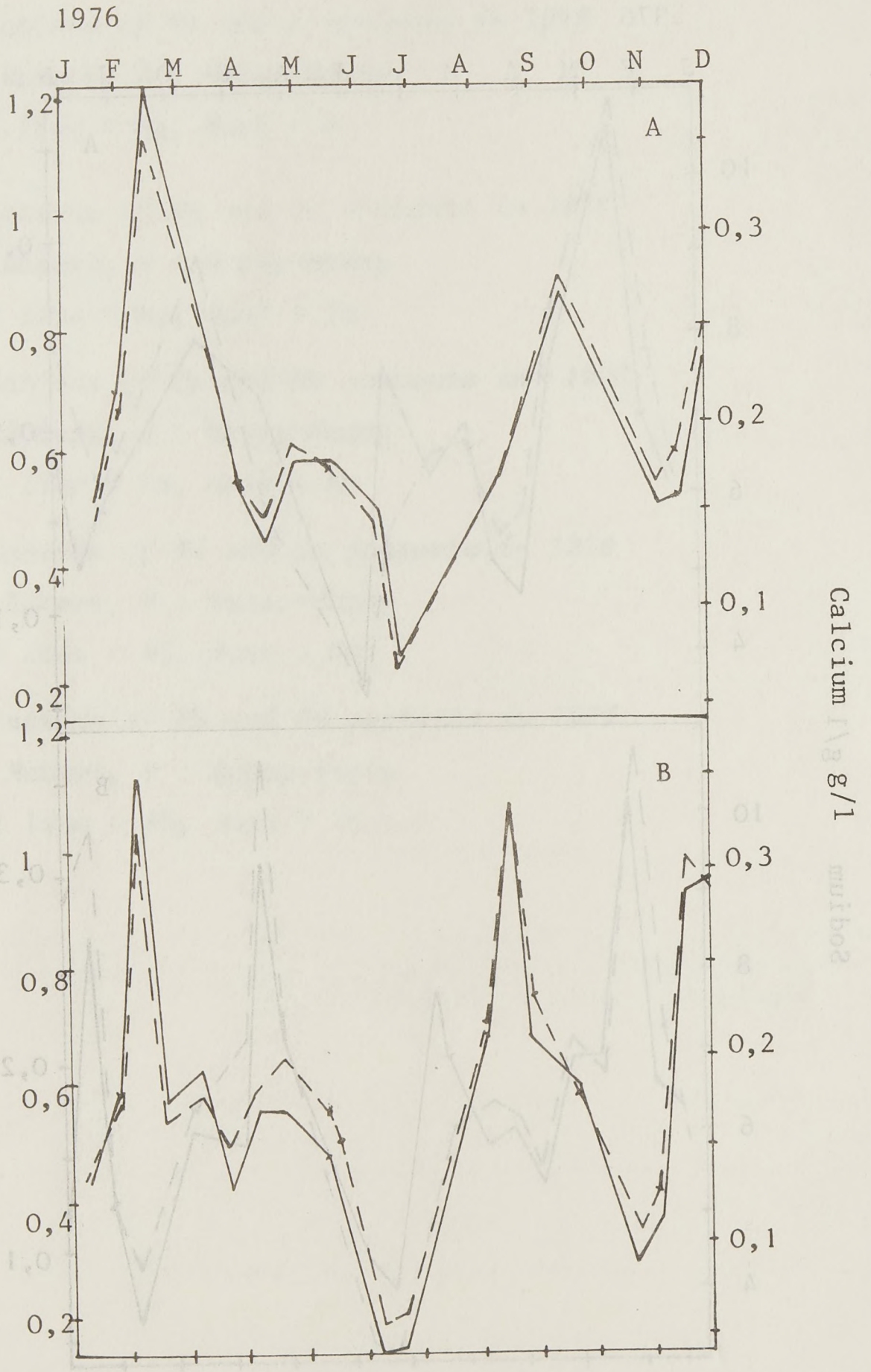


Figure 3 - Variations des teneurs en magnésium et calcium en 1976
A : Robert, B : Massy-Massy
Trait plein : magnésium, tireté : calcium

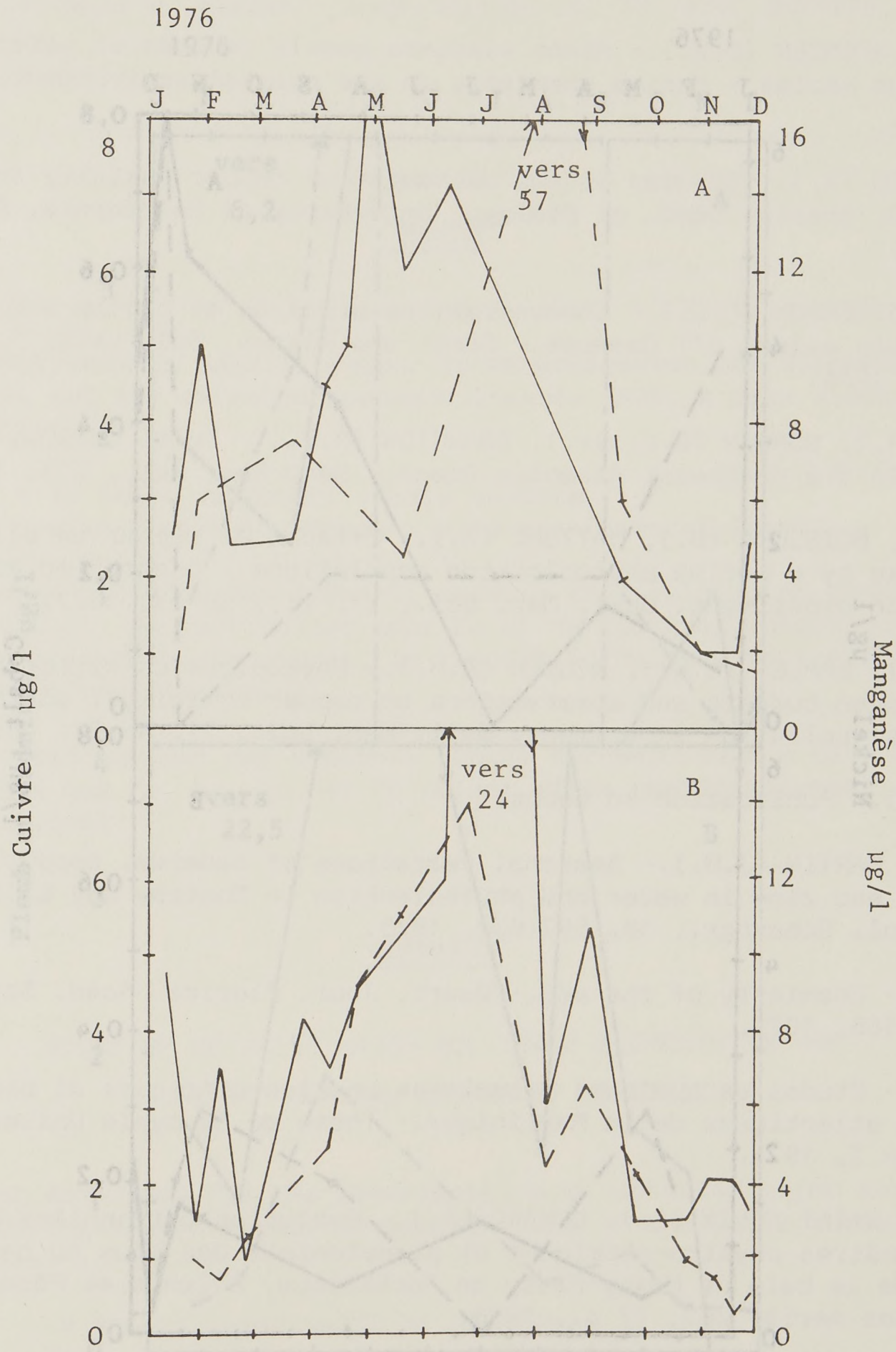


Figure 4 - Variations des teneurs en cuivre et manganèse en 1976
A : Robert, B : Massy-Massy
Trait plein : cuivre, tireté : manganèse.

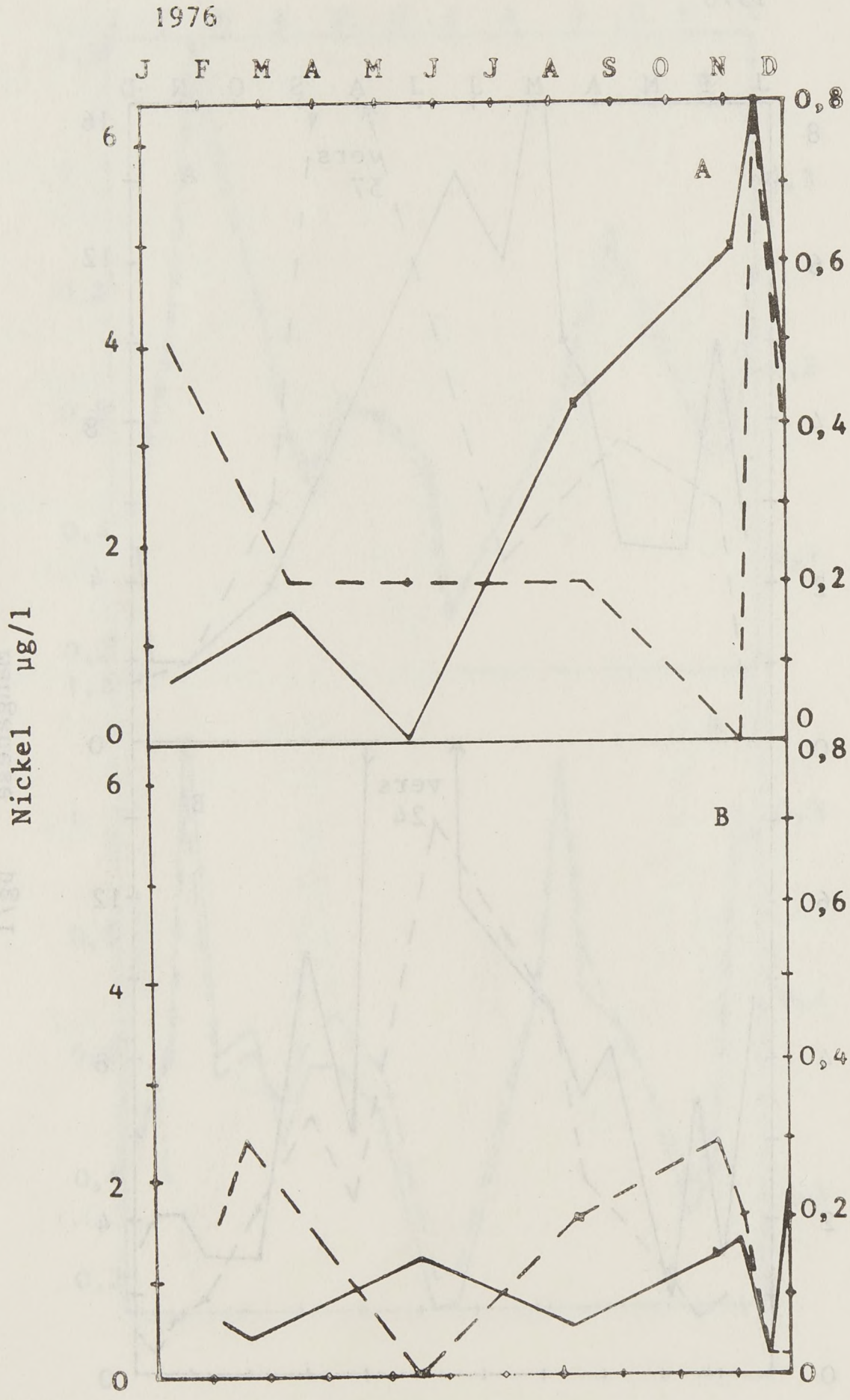


Figure 5 - Variations des teneurs en nickel et cobalt en 1976
A : Robert, B : Massy-Massy
Trait plein : nickel, tireté : cobalt

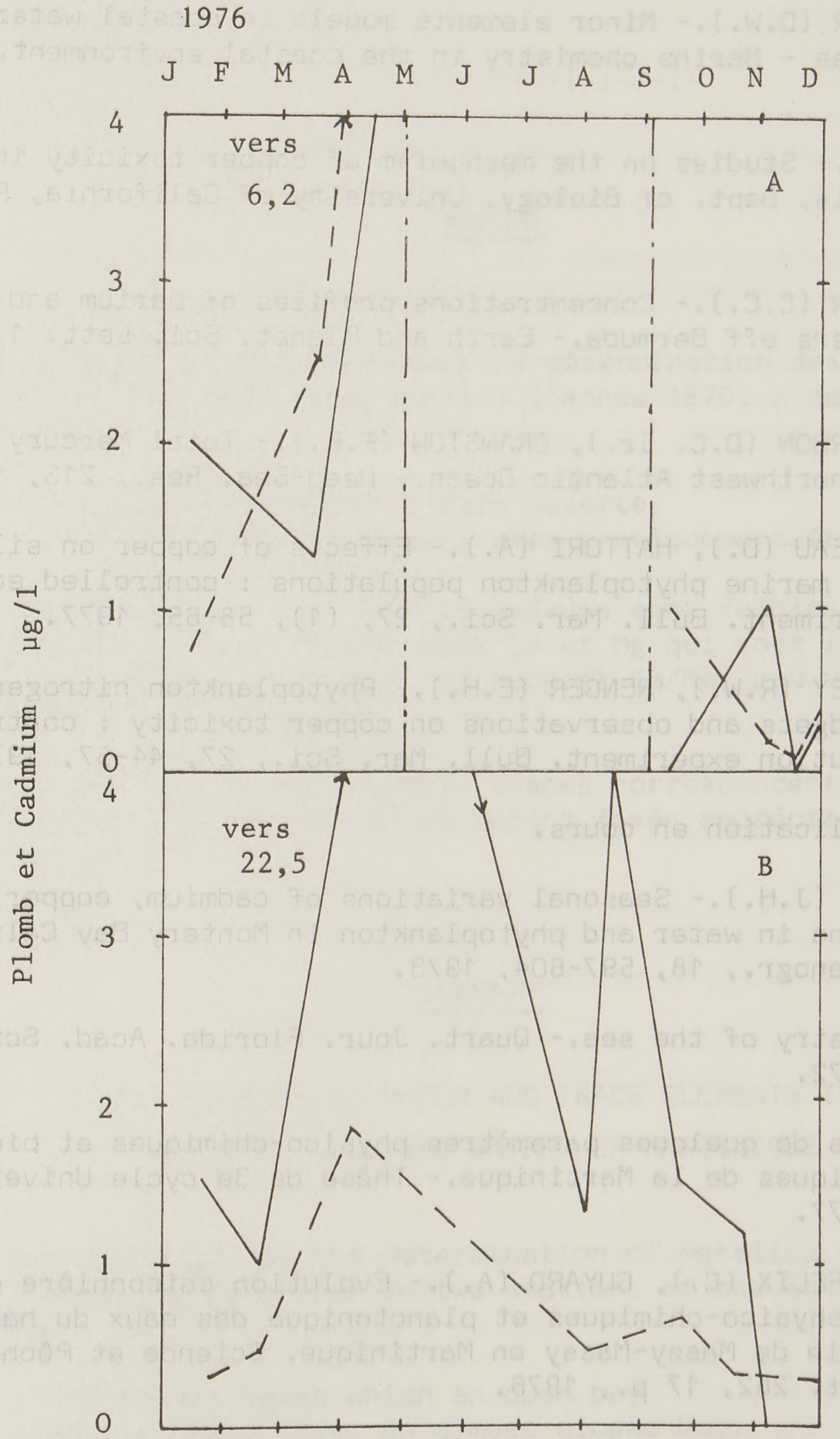


Figure 6 - Variations des teneurs en plomb et cadmium en 1976
A : Robert, B : Massy-Massy
Trait plein : plomb, tireté, : cadmium.

BIBLIOGRAPHIE

ALBERTS (J.J.), LEYDEN (D.E.), PATTERSON (T.A.).- Distribution of total Al, Cd, Co, Cu, Ni and Zn in the Tongue of the Ocean and the northwestern Atlantic Ocean.- Mar. Chem., 4, 51-56, 1976.

BREWER (P.G.), SPENCER (D.W.).- Minor elements models in coastal waters.- A.C.S. Symposium series - Marine chemistry in the coastal environment, 18, 80-96, 1975.

CEDENO-MALDONADO (A.).- Studies on the mechanism of copper toxicity in *Chlorella*.- Ph. D. thesis, Dept. of Biology, University of California, Riverside, 1973.

CHOW (T.J.), PATTERSON (C.C.).- Concentrations profiles of barium and lead in Atlantic waters off Bermuda.- Earth and Planet. Sci. Lett. 1, (6), 396-400, 1966.

FITZGERALD (R.A.), GORDON (D.C. Jr.), CRANSTON (R.E.).- Total Mercury in sea water in the northwest Atlantic Ocean.- Deep-Sea. Res., 213, 139-144, 1974.

GOERING (J.J.), BOISSEAU (D.), HATTORI (A.).- Effects of copper on silicic acid uptake by a marine phytoplankton populations : controlled ecosystem pollution experiment. Bull. Mar. Sci., 27, (1), 58-65, 1977.

HARRISON (W.G.), EPPLEY (R.W.), RENGER (E.H.).- Phytoplankton nitrogen metabolism, nitrogen budgets and observations on copper toxicity : controlled ecosystem pollution experiment. Bull. Mar. Sci., 27, 44-57, 1977.

HOCQUELLET (P.).- Publication en cours.

KNAUER (G.A.), MARTIN (J.H.).- Seasonal variations of cadmium, copper, manganese, lead and zinc in water and phytoplankton in Montery Bay California.- Limnol. Oceanogr., 18, 597-604, 1973.

MARTIN (D.F.).- Chemistry of the sea.- Quart. Jour. Florida. Acad. Sci. 34 (3), 175-186, 1972.

MARTINET (J.).- Etudes de quelques paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux atlantiques de la Martinique.- Thèse de 3e cycle Université de Bordeaux I, 1977.

MARTINET (J.), SAINT FELIX (C.), GUYARD (A.).- Evolution saisonnière de certains paramètres physico-chimiques et planctonique des eaux du havre du Robert et de la baie de Massy-Massy en Martinique. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit. 262, 17 p., 1976.

PINTA (M.).- Spectrométrie d'absorption atomique. Application à l'analyse chimique. Paris : Masson et Cie Edit., tome 2, 287-793, 1971.

RILEY (J.P.), CHESTER (R.).- Introduction to marine chemistry. London and New York Academic Press, 1971.

SLOWEY (J.F.), HOOD (D.W.).- Copper, manganese and zinc concentrations in Gulf of Mexico waters.- Geochim. Cosmochim. Acta, 35, 121-138, 1971.

SPENCER (D.W.), BREWER (P.G.).- The distribution of copper, zinc and nickel in sea water of the Gulf of Maine and the Sargasso Sea. Geochim. Cosmochim. Acta, 33, 325-339, 1969.

WETTERN (Von M.), LORCH (D.W.), WEBER (A.).- The effect of lead and manganese on the green alga *Pediastrum tetras* in axenic culture. I. Accumulation - Rates and influence on growth.- Arch. Hydrobiol. 77, (3), 267-276, 1976.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

RESUME

Des prélèvements réguliers pour la détermination des éléments métalliques majeurs et mineurs ont été effectués pendant l'année 1976, à deux stations de la côte Est de la Martinique.

- le havre du Robert : baie ouverte,
- l'anse de Massy-Massy : baie pratiquement fermée.

Les concentrations des éléments majeurs sont faibles en comparaison des classiques habituelles, en particulier pour Ca et Mg qui sont intensivement fixés dans cette zone corallienne. Cependant, le rapport Ca/Mg, peu variable, est caractéristique des eaux de mer classiques.

Les concentrations des éléments traces correspondent à de fortes valeurs côtières. Il semble que Mn, Cu, Cd, et Pb soient fixés appréciablement lors des poussées phytoplanctoniques.

SUMMARY

STUDY OF METALLIC MAJOR AND TRACE ELEMENTS IN THE ATLANTIC COASTAL WATERS OF MARTINIQUE

Regular samplings for the determination of metallic major and trace elements were undertaken during the 1976 year in two stations of the Eastern coast of Martinique (French West Indies) :

- Le Robert haven which an open bay,
- Massy-Massy cove, an almost closed bay.

The major elements concentrations are low in comparison with the usual ones, particularly for Ca and Mg which are intensively assimilated in this coral area. However, the Ca/Mg ratio, little variable, is characteristic of classical sea waters.

The concentrations of trace elements are high coastal rates. It seems that Mn, Cu, Cd and Pb are significantly uptaken during the phytoplankton bloomings.

RESUMEN

ESTUDIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS METALICOS MAJORES Y MENORES EN LAS AGUAS LITORALES DE MARTINICA

Tomas regulares para la determinación de los elementos metalicos mayores y menores fueron hechas durante el año 1976 en dos estaciónes de la costa oriental de Martinica (Antillas Francesas) :

- la bahia del Robert que es una bahia abierta,
- la bahia de Massy-Massy, bahia casi cerrada

Las concentraciones de elementos mayores on bajas en comparación con les valores habituales, particulamente para Ca y Mg que son utilizados intensivamente en esta zona coralina. Sin embargo, la razon Ca/Mg poco variable es característica de los aguas marinas clasicas.

Las concentraciones en elementos menores son altos valores costales. Parece que Mn, Cu, Cd y Pb son significativamente fijados durante los florecimientos de fitoplanctón.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 137-142, 1978.

PRODUCTION PRIMAIRE DES EAUX LITTORALES ATLANTIQUES DE LA MARTINIQUE

J. MARTINET (°) - C. SAINT FELIX (°°)

Nous avons étudié la production primaire en surface, dans le havre du Robert (côte atlantique de la Martinique), d'Octobre 1976 à Février 1977 (carte ci-dessous).

Ces travaux faisaient suite à la détermination des teneurs en éléments nutritifs, en chlorophylles et en élément-traces (MARTINET et al, 1976 ; MARTINET, 1977) à cette même station.

METHODES ET TECHNIQUES

La production primaire est déterminée par la méthode du ^{14}C (STEEMANN NIELSEN, 1952).

Les expériences ont été faites *in situ* sur une durée de 6 h à partir du midi solaire. La fourniture des ampoules (activité 4 µCi), des filtres (Sartorius-Membranfilter, Gmbh, porosité 0,2 à 0,3 µm), des bouteilles expérimentales (100 cm^3) et des appareils de filtration, ainsi que le comptage de l'activité des filtres et des ampoules ont été assurés par l'Agence Internationale pour les Déterminations de ^{14}C de HORSHOLM, Danemark.

Les résultats que communique l'Agence sont :

- corrigés de l'absorption différentielle ^{12}C - ^{14}C (5 %),
- corrigés de la perte en ^{14}C due à la respiration (6 %),
- calculés après avoir déterminé l'activité des ampoules par scintillation liquide (As).

Si Ab est l'activité correspondante obtenue par la méthode biologique (STEEMAN NIELSEN, 1965), on a la relation :

$$A_s \times 0,08 \simeq A_b$$

La quantité de CO_2 de l'eau de mer n'a pas été mesurée. Elle a été prise égale à 25 mg C/l. La fixation de carbone à l'obscurité (bouteilles sombres) a été retranchée de la fixation de carbone à la lumière (bouteilles claires).

La production primaire est une grandeur difficilement mesurable. Il existe différentes techniques, chacune appliquée dans des conditions variables. Les résultats ne sont donc pas aisés à comparer. Il est par conséquent nécessaire de préciser, avec la méthode de détermination choisie, les conditions opératoires employées.

(°) U.E.R. Sciences Exactes et Naturelles - C.U.A.G., B.P. 592 - 97167 - Pointe-A-Pitre (Guadeloupe)

(°°) I.S.T.P.M., Pointe Fort, 97231 - Le Robert (Martinique)

RESULTATS

Quatorze déterminations ont été effectuées. La production semble varier au hasard autour d'une valeur moyenne de 3,65 mg $C/m^3/h$ (de 1,24 à 5,93 avec une valeur minimale de 0,10, extérieure à cet intervalle).

Nous indiquons dans le tableau ci-dessous, avec ceux de la production primaire, les résultats obtenus parallèlement pour les études des éléments nutritifs et de chlorophylle *a* MARTINET, 1977.

DISCUSSION

La Martinique fait partie de la zone caraïbe.

Les eaux sont tropicales. Elles sont stratifiées ce qui empêche tout brassage avec des eaux plus profondes et plus riches. La production varie apparemment au hasard autour d'une valeur moyenne, faible en général (STEVEN, 1971 ; SANDER, STEVEN, 1973).

Cette région est caractérisée par des eaux claires, de faibles concentrations en éléments nutritifs et des vitesses rapides de recyclage de ces sels. Ceci semble contrôler les niveaux de production.

Ce schéma général comporte quelques traits particuliers :

- Il existe certaines zones de turbulences cycloniques et anticycloniques. Ces remous permettent un renouvellement des eaux de surface et donc une production plus importante (INGHAM, MAHNKEN, 1966).

- Il en est de même au voisinage des côtes bien que la teneur en éléments nutritifs puisse rester faible. L'influence benthique est alors fortement ressentie grâce au brassage des eaux par les vagues et à leur passage sur les rochers ou récifs (WANDERS, 1976).

- Les effluents des fleuves sud-américains provoquent à leur périphérie une remontée des eaux plus riches sous-jacentes. Ceci se fait sentir entre autre dans la partie Est des Petites Antilles (RYTHER et al, 1967) et entraine des productions plus importantes par exemple à Barbade qu'en Jamaïque (BEERS et al, 1968).

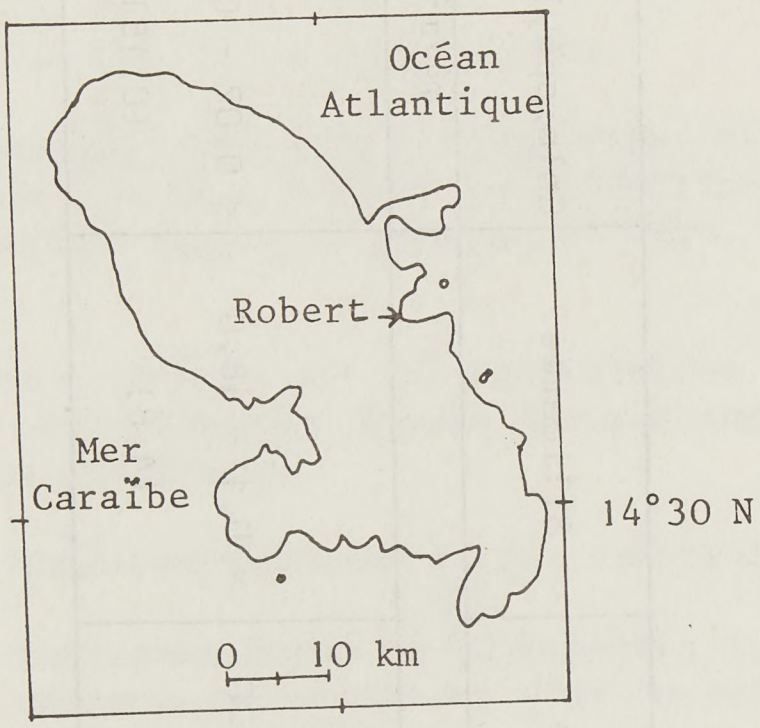
- Enfin en baies protégées, on peut trouver, après les pluies, des concentrations plus importantes en sels nutritifs dues aux apports des rivières ou des mangroves. Ceci induit de fortes productions pontuelles lors des floraisons planctoniques (BURKHOLDER et al, 1967 ; KABANOVA, LOPEZ BALUJA, 1973).

La valeur moyenne (3,65 mg $C/m^3/h$) de la production primaire au Robert, en Martinique, est un peu plus élevée que celle de SANDER, STEVEN (1973) au littoral immédiat de Barbade (2,13 mg $C/m^3/h$: étude *in situ*, méthode du ^{14}C, sans correction de respiration). Elle est cependant bien plus faible que certaines productions côtières des Grandes Antilles, par exemple : 45 $mg/m^3/h$ pour une baie de la côte sud de Porto Rico (BURKHOLDER et al, 1967 : étude *in situ* et *in situ* simulé, méthode du ^{14}C.

En Martinique, les rivières ont un régime torrentiel. Celles de débit appréciable se trouvent dans la partie nord-est de l'île. Leur apport en eau douce est annihilé en grande partie par les courants atlantiques littoraux. Le secteur Est où se trouve le Robert reçoit donc peu d'eau douce sinon à la suite de fortes averses. D'autre part, le havre du Robert est une baie largement ouverte. La production, relativement forte si l'on tient compte des teneurs réduites des éléments nutritifs (notamment des nitrates), est sans doute due à la houle atlantique permettant la diffusion et le renouvellement rapides des sels. Ceci suppléerait partiellement à la pauvreté de ces eaux.

Tableau 1 - Domaine et valeurs moyennes des teneurs en éléments nutritifs et en chlorophylle *a* de la production primaire. Le calcul des moyennes suppose que les valeurs inférieures à la limite décelable sont égales à la demi-valeur de cette limite.
(Place and average values of nutritive elements, in chlorophyll a contents of the primary production. The average calculation supposes that the contents lower that the detectable limit aqualize the half-value of this limit).

	Phosphates	Nitrites	Nitrates	Silicates	Chlorophylle *a*	Production
	µ atg/l				mg/m^3	mg C / m^3 / h
MARTINET (1977) Robert (surface)	< 0,03 - 1,37 (0,27)	< 0,01 - 0,14 (0,02)	< 0,05 - 6,20 (0,56)	< 0,1 - 18,0 (4,6)	< 0,02 - 0,58 (0,16)	1,24 - 5,93 (3,65)



Carte de la Martinique

BIBLIOGRAPHIE

BEERS (J.R.), STEVEN (D.M.), LEWIS (J.B.).- Primary productivity in the Caribbean Sea off Jamaïca and the tropical north Atlantic off Barbados. Bull. Mar. Sci., 18, (1), 86-104, 1968.

BURKHOLDER (P.R.), BURKHOLDER (L.M.), ALMADOVAR (L.R.).- Carbon assimilation of marine flagellate blooms in neretic waters of southern Puerto Rico. Bull. Mar. Sci., 17, (1), 1-15, 1967.

INGHAM (M.C.), MAHNKEN (C.V.W.).- Turbulence and productivity near St Vincent Island B.W.I.- A preliminary report.- Carib. J. Sci., 6, 3-4, 83-87, 1966.

KABANOVA (Yu), LOPEZ BALUJA (L.).- Primary production in the southern region of the Gulf of Mexico and the vicinity of the north western coast of Cuba.- Ser. Oceanol. Inst. Oceanol., Habana, 13, 34 p. ; 1973.

MARTINET (J.).- Etude de quelques paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux littorales atlantiques de la Martinique.- Thèse de 3e cycle. Université de Bordeaux I, 1977.

MARTINET (J.), SAINT FELIX (C.), GUYARD (A.).- Evolution saisonnière de certains paramètres physicochimiques et planctoniques des eaux du havre du Robert et de la baie de Massy-Massy en Martinique. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit., 262, 17 p. ; 1976.

RYTHER (J.H.), MENZEL (D.W.), CORWIN (N.).- Influence of the Amazon River outflow on the ecology of western tropical Atlantic. I. Hydrography and nutrient chemistry. J. Mar., Res., 25, 69-83, 1967.

SANDER (F.), STEVEN (D.M.).- Organic productivity of inshore and offshore waters of Barbados : a study of the island mass effect. Bull. Mar. Sci. 23, 4, 771-792, 1973.

STEEMANN NIELSEN (E.).- The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea. J. Cons., 18, 117-140, 1952.

STEEMANN NIELSEN (E.).- On the determination of the activity in 14C ampoules for measuring primary production. Limnol. Oceanogr., 10, suppl., 247-252, 1965.

STEVEN (D.M.).- Primary productivity of the tropical western Atlantic Ocean near Barbados. Mar. Biol., 10, (3), 261-264, 1971.

WANDERS (J.B.W.).- The role of benthic algae in the shallow reef of Curaçao (Netherland Antilles). I. Primary productivity in the coral reef. Aquat. Bot. 2, 235-270, 1976.

RESUME

La production primaire a été étudiée dans le havre du Robert (côte atlantique de la Martinique) par la méthode du 14C. La production semble varier au hasard autour d'une moyenne de 3,65 mg $C/m^3/h$. Cette valeur, relativement élevée pour des eaux pauvres en sels nutritifs, résulte sans doute de l'effet de la houle atlantique. Ceci permettrait le renouvellement et la diffusion rapide de ces sels.

SUMMARY

PRIMARY PRODUCTION OF COASTAL ATLANTIC WATERS OF MARTINIQUE

Primary production was measured at Robert haven (atlantic coast of Martinique) by the *in situ* C^{14} technique. Production seems to vary in an apparently random manner around a mean value of 3,65 mg $C/m^3/h$. This value, relatively high for waters containing few nutrients, is certainly due to the effect of the atlantic swell. This would favour rapid renewal and diffusion of these nutrients.

RESUMEN

PRODUCCION PRIMARIA DE LAS AGUAS LITORALES ATLANTICAS DE LA MARTINIQUE

La produccion primaria ha sido estudiada en la bahia de Robert (Costa Atlantica de la Martinique) por el metodo de ^{14}C. La produccion parece variar al azar alrededor de un valor medio de 3, 65 mg $C/m^3/h$. Este valor, relativemente fuerte si tenemos en cuenta los niveles bajos de nutrientes, es debida, sin duda, a la marejada atlantica que permite la renovación y la difusión de estas sales.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 2, 143-145, 1978.

DESCRIPTION D'UN COMPTEUR D'IMPULSIONS A TOTALISATEUR SIMPLE ET ECONOMIQUE

R. BONHOMME(°) - A. KERMARREC(°°) - A. ANAIS(°°)

INTRODUCTION

Le coût prohibitif des enregistreurs d'impulsions électriques nécessaires pour des dénombrements à la loupe binoculaire ou au microscope, nous a incité à réaliser nous-même un appareil de ce type. Il possède un totalisateur convertible en sixième compteur d'impulsions individuel si le besoin s'en fait sentir.

MATERIEL UTILISE

Les impulsions sont fournies à la main par des microrupteurs MILTAC (1) du type XF 3K 1-J6 embrochés sur deux rayons de roue de bicyclette et calés par des blocs de polystyrène expansé.

Les compteurs, du type ZR 414-01, fonctionnent en courant continu de 12 V fourni par un transformateur d'alimentation 220/14 V (206/15) à étrier suivi d'un redresseur en pont WP/01-2A muni d'un condensateur 50 µ F, 63 V (C.E.F.). Un inverseur tripolaire AC-10A-125V (C.O.M.E.P.A.), un voyant lumineux témoin de mise sous tension et un interrupteur général sont indispensables. L'ensemble de ce matériel peut être obtenu à l'adresse ci-dessous (2).

LE MONTAGE ELECTRIQUE (figure 1)

La position 1 de l'inverseur tripolaire met le microrupteur I_6 hors circuit dans ce cas le compteur C_6 totalise en série les impulsions fournies de C_1 à C_5. L'alimentation sous 28V est indispensable pour la mise en tension de C_6. La position 2 met en service six compteurs individuels (C_1 à C_6) alimentés sous 14V.

LE COFFRET DE BOIS ET LE COUT DE L'APPAREIL (Figure 2)

Le coffrage se fait en contreplaqué de 10 mm d'épaisseur recouvert de formica ou peint. La face avant de l'appareil est légèrement inclinée pour faciliter la lecture des résultats et l'accès aux remises à zéro.

La dépense totale (inférieure à 600 F) permet l'obtention d'un appareil utile, robuste, efficace et sensible.

(°) Station de Bioclimatologie - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)

(°°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)

(1) ACIR-ZIVY, 29 rue de Naples - PARIS 8ème

(2) RADIO RELAIS, 18 rue Crozatier - PARIS 12ème

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1

Schéma de montage électrique du compteur totalisateur

FIGURE 2

Vue d'ensemble de l'appareil fonctionnel :

A : interrupteur général
B : témoin de mise ous tension
C : inverseur pour la totalisation en T
D : compteurs avec remise à zéro
E : clavier de microrupteurs

LIST OF FIGURES

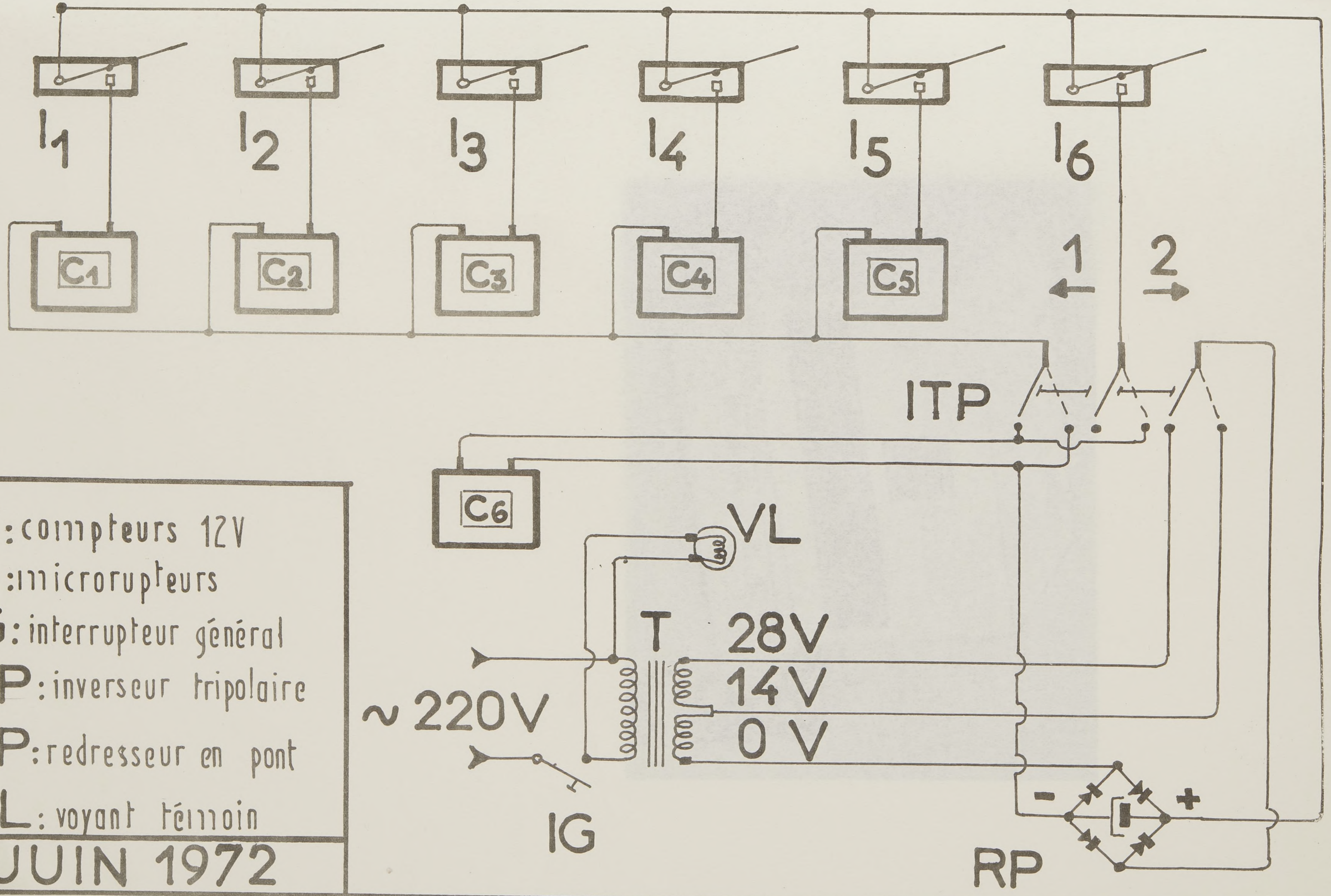
Figure 1

Connection diagram of the totalizer counter

Figure 2

General view of the ready counter

A : general switch
B : electric current control
C : reversing switch for the totalization in T
D : counters with resets
E : micro-contact-breakers



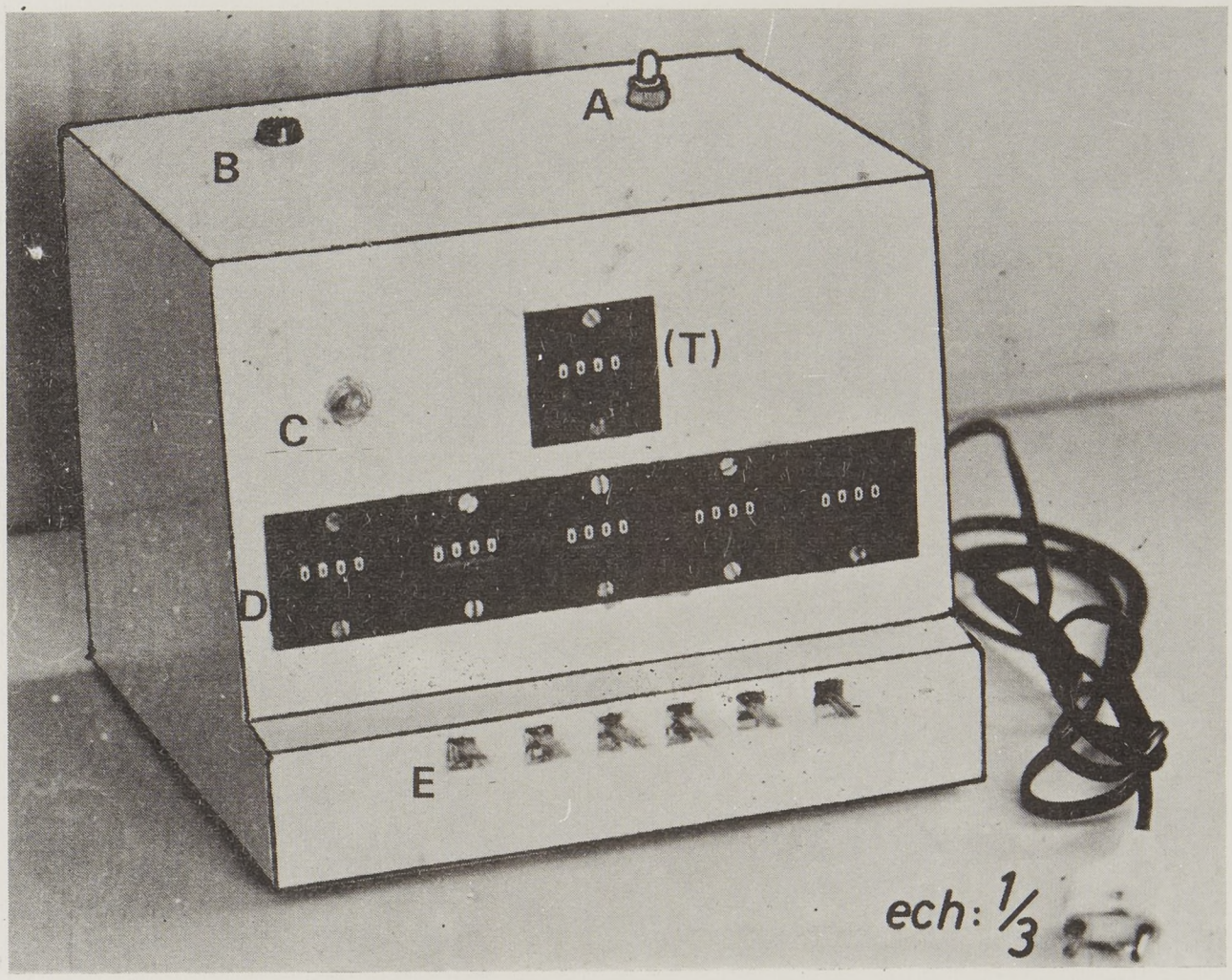
C : compteurs 12V
I : microrupteurs
IG : interrupteur général
ITP : inverseur tripolaire
RP : redresseur en pont
VL : voyant témoin

JUIN 1972

INRA-CRAAG

COMPTEUR TOTALISATEUR A 6 ENTREES

C: coupleurs 12V
I: interrupteurs
IG: interrupteur général
ITP: inverseur tripolaire
RP: redresseur en pont
VL: voyant teinoin
JUIN 1972
INRA-CRAAG
(COMPTEUR TOTALISATEUR A 6 ENTREES


A
B
(T)
C
D
E
ech: 1/3